ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 SEPTEMBRE 1948.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE CAULLERY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce le décès de M. **Maurice Leriche**, Correspondant pour la Section de minéralogie, survenu à Monchy-Lagache (Somme), le 15 septembre 1948.

M. **Gabriel Bertrand** rend compte de la cérémonie qui a eu lieu à Stockholm le 20 septembre, à l'occasion du Centième anniversaire de la mort de Berzélius, et où il représentait l'Académie. Il dépose à cette occasion sur le Bureau un fascicule intitulé *Berzélius et Marcet*, scène historique, par Alexandre de Muralt.

CORRESPONDANCE.

M. **Pierre Balme**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Clermont-Ferrand, signale que la date du 10 octobre a été choisie pour les cérémonies commémoratives des expériences barométriques de **Blaise Pascal** qui doivent avoir lieu à Clermont-Ferrand et il invite l'Académie à s'y faire représenter.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Paul Fournier. *Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France.* Tome II.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Équations aux dérivés partielles et objets géométriques.* Note (*) de M. **Octavian Emil Gheorghiu**, transmise par M. Élie Cartan.

Une équation aux dérivées partielles du second ordre ou d'ordre supérieur, avant qu'on puisse lui associer une géométrie, fournit un certain nombre d'objets

---

(*) Séance du 18 août 1948.

géométriques qui s'expriment par les coefficients d'une connexion linéaire générale et apparaissent avec la transcription de l'équation sous forme invariante.

Pour l'équation aux dérivées partielles linéaire du second ordre MM N Théodoresco ([1]) et A. Maxia ([2]), et celle du troisième ordre, M. N. Théodoresco ([3]), ont mis en évidence ces objets géométriques dans l'hypothèse que la fonction $f(x^1, \ldots, x^n)$, ainsi que le premier membre de l'équation $\theta(f)$, sont invariants par le pseudo-groupe des transformations régulières des coordonnées.

Nous montrerons les objets géométriques qui s'associent à une équation aux dérivées partielles linéaire du second ordre

$$(1) \qquad \theta(f) \equiv b^{ij}\frac{\partial^2 f}{\partial x^i\,\partial x^j} + c^i\frac{\partial f}{\partial x^i} + af = 0,$$

dans l'hypothèse

$$(2) \qquad \bar{x}^\alpha = \bar{x}^\alpha(x^1, \ldots, x^n), \quad \text{avec} \quad \Delta = \left|\frac{\partial(\bar{x})}{\partial(x)}\right| \neq 0,$$

les relations

$$(3) \qquad \begin{cases} \bar{f}(\bar{x}) = f(x).\Delta^p, \\ \bar{\theta}(\bar{f}) = \theta(f).\Delta^p, \end{cases}$$

mettent en évidence les pseudo-invariants de poids $p \neq 0$.

Ayant appliqué les transformations régulières (2) à (1), les b^{ij}, c^i et a se changent en

$$(4) \qquad \bar{b}^{\alpha\beta} = b^{ij}\frac{\partial\bar{x}^\alpha}{\partial x^i}\frac{\partial\bar{x}^\beta}{\partial x^j}, \quad \text{(tenseur symétrique du second ordre)},$$

$$(5) \qquad \bar{c}^\alpha = c^i\frac{\partial\bar{x}^\alpha}{\partial x^i} + b^{ij}\frac{\partial^2\bar{x}^\alpha}{\partial x^i\,\partial x^j} - pb^{ij}\left(\frac{\partial\log\Delta}{\partial x^i}\frac{\partial\bar{x}^\alpha}{\partial x^j} + \frac{\partial\log\Delta}{\partial x^j}\frac{\partial\bar{x}^\alpha}{\partial x^i}\right),$$

$$(6) \qquad \bar{a} = a - pc^i\frac{\partial\log\Delta}{\partial x^i} + p^2b^{ij}\frac{\partial\log\Delta}{\partial x^i}\frac{\partial\log\Delta}{\partial x^j} - pb^{ij}\frac{\partial^2\log\Delta}{\partial x^i\,\partial x^j}.$$

Modifiant $\theta(f)$ afin qu'elle devienne une somme de pseudo-invariants de poids p, les coefficients remplacés par un invariant et un vecteur absolus, et les dérivées partielles par des dérivées covariantes, on arrive d'après (2), aux relations

$$(7) \qquad A = a - pc^i F_i + p^2 b^{ij}\Phi_{ij} - pb^{ij}\Psi_{ij},$$

$$(8) \qquad a^i = c^i + b^{rs}\Gamma^i_{rs} - pb^{jk}E^i_{jk},$$

([1]) *Bull. math. de la Soc. Roum. Sc.*, **41**, fasc. 2, 1939, p. 101-109; **42**, fasc. 1, 1948, p. 79-89; **43**, fasc. 1-2, 1941, p. 59-68; **44**, fasc. 1-2, 1942, p. 71-84.

([2]) *Atti Acc. Naz. Lincei*, **1**, fasc. 8, 1946, p. 169-174.

([3]) *Disquisitiones math. et phys.*, IV, fasc. 1-4, 1945, p. 105-116.

où $\overline{A} = A$ et $\overline{a}^\alpha = a^i(\partial\overline{x}^\alpha/\partial x^i)$. Les fonctions inconnues F_i, Φ_{ij}, ψ_{ij}, Γ^i_{rs}, E^i_{jk} doivent se transformer alors respectivement en

$$(9)\qquad F_i = \overline{F}_\alpha \frac{\partial\overline{x}^\alpha}{\partial x^i} + \frac{\partial\log\Delta}{\partial x^i},$$

$$(10)\qquad \Phi_{ij} = \overline{\Phi}_{\alpha\beta}\frac{\partial\overline{x}^\alpha}{\partial x^i}\frac{\partial\overline{x}^\beta}{\partial x^j} + \overline{F}_\alpha \frac{\partial\log\Delta}{\partial x^j}\frac{\partial\overline{x}^\alpha}{\partial x^i} + \overline{F}_\alpha \frac{\partial\log\Delta}{\partial x^i}\frac{\partial\overline{x}^\alpha}{\partial x^j} + \frac{\partial\log\Delta}{\partial x^i}\frac{\partial\log\Delta}{\partial x^j},$$

$$(11)\qquad \Psi_{ij} = \overline{\Psi}_{\alpha\beta}\frac{\partial\overline{x}^\alpha}{\partial x^i}\frac{\partial\overline{x}^\beta}{\partial x^j} + \overline{F}_\alpha \frac{\partial^2\overline{x}^\alpha}{\partial x^i\partial x^j} + \frac{\partial^2\log\Delta}{\partial x^i\partial x^j},$$

$$(12)\qquad \Gamma^i_{rs} = \overline{\Gamma}^\alpha_{\beta\gamma}\frac{\partial x^i}{\partial\overline{x}^\alpha}\frac{\partial\overline{x}^\beta}{\partial x^r}\frac{\partial\overline{x}^\gamma}{\partial x^s} + \frac{\partial^2\overline{x}^\alpha}{\partial x^r\partial x^s}\frac{\partial x^i}{\partial\overline{x}^\alpha},$$

$$(13)\qquad E^i_{jk} = \overline{E}^\alpha_{\beta\gamma}\frac{\partial x^i}{\partial\overline{x}^\alpha}\frac{\partial\overline{x}^\beta}{\partial x^j}\frac{\partial\overline{x}^\gamma}{\partial x^k} + \frac{\partial\log\Delta}{\partial x^j}\delta^i_k + \frac{\partial\log\Delta}{\partial x^k}\delta^i_j.$$

On observe que seuls F_i, Γ^i_{rs}, E^i_{jk} sont des objets géométriques. Ayant pris Γ^i_{rs} comme coefficient de connexion linéaire, tous les autres objets géométriques et grandeurs s'expriment alors par l'objet géométrique obtenu par contraction Γ^i_{is} et avec des vecteurs respectivement tenseurs arbitraires. On a

$$(9')\qquad F_i = \Gamma^r_{ri} + U_i \qquad (U_i,\ \text{vecteur arbitraire}),$$

$$(10')\qquad \Phi_{ij} = (\Gamma^r_{ri} + U_i)(\Gamma^l_{lj} + U_j) + V_{ij} \qquad (V_{ij},\ \text{tenseur arbitraire}),$$

$$(11')\qquad \Psi_{ij} = \frac{\partial}{\partial x^j}(\Gamma^r_{ri} + U_i) + W_{ij} \qquad (W_{ij},\ \text{tenseur arbitraire}),$$

$$(13')\qquad E^i_{jk} = \Gamma^r_{rj}\delta^i_k + \Gamma^r_{rk}\delta^i_j + U_j\delta^i_k + U_k\delta^i_j + H^i_{jk} \qquad (H^i_{jk},\ \text{tenseur arbitraire}),$$

ce qui nous autorise à dire que F_i et E_{jk} sont, d'après la définition de MM. Schouten et van Danzig, comitants.

Dans l'hypothèse que tous les vecteurs et tenseurs arbitraires sont nuls, $\theta(f)$ se transcrit alors sous la forme invariante

$$(1')\qquad \theta(f) \equiv b^{ij}\nabla_j\nabla_i f + c^i\nabla_i f + \overline{A}f,$$

en accord avec les conditions (3).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur certains ensembles définis pour les fonctions méromorphes*. Note de M. **E. F. Collingwood**, présentée par M. Paul Montel.

1. Considérons une fonction $f(z)$ méromorphe et non rationnelle dans le domaine $|z| < R \leqq \infty$ et un nombre complexe a quelconque, fini ou infini. $\sigma > 0$ étant donné et $a \neq \infty$, l'inégalité $|f(z) - a| < \sigma$ définit un ensemble fini ou infini de domaines connexes distincts dans $|z| < R \leqq \infty$. Nous désignerons un domaine type de cet ensemble par $G(a, \sigma) = G(1/(f - a), \sigma)$. Pour $a = \infty$

l'inégalité $|1/f(z)| < \sigma$ définit l'ensemble des domaines $G(\infty, \sigma) = G(f, \sigma)$. Un domaine $G(a, \sigma)$ est dit *borné* si son adhérence est contenue dans $|z| < R$, dans le cas contraire il est dit *non borné*. Dans le cas $R = \infty$ un $G(a, \sigma)$ *borné* est intérieur à un cercle de rayon fini. La frontière d'un $G(a, \sigma)$ *borné* est faite d'un nombre fini de courbes de niveau fermées contenues dans $|z| < R$ et sur lesquelles $|f(z) - a| = \sigma$ [ou $1/|f(z)| = \sigma$ pour $a = \infty$]. La frontière d'un $G(a, \sigma)$ *non borné* contient des points de $|z| = R$ où le point $z = \infty$. Un $G(a, \sigma)$ *borné* peut être simplement ou multiplement connexe.

S'il existe des domaines $G(a, \sigma)$ rencontrant le cercle $|z| = r < R$, ils sont en nombre fini. Nous appellerons $\lambda(r)$ ce nombre qui est fonction de r et $G_\nu(r, a, \sigma)[\nu \leqq \lambda(r)]$ les domaines considérés. De plus nous appellerons $p_\nu(r, a, \sigma)$ la valence de $f(z)$ dans le domaine $G_\nu(r, a, \sigma)$. Si $G_\nu(r, a, \sigma)$ est *borné*, $p_\nu(r, a, \sigma)$ est finie, sinon elle peut être infinie.

Ces définitions subsistent lorsque σ est remplacé par une fonction uniforme $\sigma(r)$ définie sur l'intervalle $0 \leqq r < R$ et n'ayant que des discontinuités ordinaires isolées. Nous introduirons ainsi $G(a, \sigma(r))$, $G_\nu(r, a, \sigma(r))$ $[\nu \leqq \lambda(r)]$ et $p_\nu(r, a, \sigma(r))$.

Nous appellerons *niveau* la fonction $\sigma(r)$ (qui peut avoir une valeur constante σ). Nous lui associerons une *valence* relative à $f(z)$ et à la valeur a, définie par l'équation

$$P(r, a, \sigma(r)) = \max_{\nu \leqq \sigma(r)} p_\nu(r, a, \sigma(r)).$$

Si pour r donné l'inégalité $|f(z) - a| \geqq \sigma(r)$, ou $|1/f(z)| \geqq \sigma(r)$ pour $a = \infty$, est satisfaite pour tous les points de $|z| = r$ nous dirons que $\sigma(r)$ est un *niveau nul* relativement à $f(z)$ et a; et nous écrirons $P(r, a, \sigma(r)) = 0$. De plus, pour une valeur donnée r, $\sigma(r)$ est un *niveau fermé* relativement à $f(z)$ et à a, lorsque tous les $G_\nu(r, a, \sigma(r))$, s'ils existent, sont *bornés*; sinon ce sera un *niveau ouvert*. $P(r, a, \sigma(r))$ est finie si $\sigma(r)$ est un niveau fermé relativement à $f(z)$ et a, sinon il peut être infini.

2. Étant donnés la fonction $f(z)$, le nombre a et le niveau $\sigma(r)$, qui peut être une constante σ, nous définirons certains ensembles de valeurs de r dans l'intervalle $0 \leqq r < R$. Soit $p(r)$ une fonction uniforme qui peut être une constante finie $p \geqq 0$, n'ayant que des discontinuités ordinaires isolées et satisfaisant à $0 \leqq p(r) < \infty$ dans $0 \leqq r < R$. Alors

$$V[a, \sigma(r), p(r)] = V\left[\frac{1}{f - a}, \sigma(r), p(r)\right]$$

$\big($ou $V[f, \sigma(r), p(r)]$ si $a = \infty\big)$ sera l'ensemble pour lequel $P[r, a, \sigma(r)] \leqq p(r)$; et

$$E[a, \sigma(r), p(r)] \subseteq V[a, \sigma(r), p(r)] \tag{1}$$

sera l'ensemble des valeurs $r \in V[a, \sigma(r), p(r)]$ pour lesquelles $\sigma(r)$ est un niveau nul ou fermé relativement à $f(z)$ et a. Ainsi, en particulier, $E[a, \sigma(r), 0] = V[a, \sigma(r), 0]$.

D'autre part $\mathcal{V}[a, \sigma(r)] = \sum_{q=0}^{\infty} V[a, \sigma(r), q]$ sera l'ensemble des valeurs de r pour lesquelles $P[r, a, \sigma(r)] < \infty$.

De même,

$$\mathcal{E}[a, \sigma(r)] = \sum_{q=0}^{\infty} E[a, \sigma(r), q] \subseteq \mathcal{V}[a, \sigma(r)] \tag{2}$$

est l'ensemble des r pour lesquels $\sigma(r)$ est un niveau nul ou fermé relativement à $f(z)$ et a.

Les ensembles complémentaires relativement à l'intervalle $0 \leq r < R$ seront désignés par $\mathcal{C}V[a, \sigma(r), p(r)]$, $\mathcal{C}\mathcal{V}(a, \sigma(r)]$, $\mathcal{C}E[a, \sigma(r), p(r)]$ et $\mathcal{C}\mathcal{E}[a, \sigma(r)]$.

Si $0 < \sigma_1(r) \leq \sigma(r)$ et $0 \leq p(r) \leq p_1(r) < \infty$, on a évidemment

$$V[a, \sigma)r), p(r)] \subseteq V[a, \sigma_1(r), p_1(r)] \tag{3}$$

et

$$E[a, \sigma(r), p(r)] \subseteq E(a, \sigma_1(r), p_1(r)]. \tag{4}$$

Lorsque $\sigma(r)$ est une fonction constante ou non décroissante $\mathcal{C}\mathcal{V}[a, \sigma(r)]$ est vide dès que R est un point limite de $\mathcal{V}[a, \sigma(r)]$; et $\mathcal{C}\mathcal{E}[a, \sigma(r)]$ est vide dès que R est un point limite de $\mathcal{E}[a, \sigma(r)]$. Mais lorsque $\sigma(r)$ n'est pas constante et est non croissante, R peut être à la fois point limite de tous les ensembles $\mathcal{V}[a, \sigma(r)]$, $\mathcal{C}\mathcal{V}[a, \sigma(r)]$, $\mathcal{E}[a, \sigma(r)]$ et $\mathcal{C}\mathcal{E}[a, \sigma(r)]$.

3. Dans le cas parabolique $R = \infty$ nous pouvons établir des relations complémentaires de (1) et (2). Elles résultent du lemme suivant dû à M. Iversen [1].

Si $f(z)$ est méromorphe dans $|z| < \infty$ et de valence finie dans un domaine $G(a, \sigma)$ non borné; pour tout $\sigma_1 < \sigma$, les domaines $G(a, \sigma_1)$ contenus dans $G(a, \sigma)$ sont en nombre fini et tous bornés.

Il s'ensuit que pour $r \in V[a, \sigma(r), p(r)]$ et $k > 1$ tout $G[a, \sigma(r), p(r)]$ borné ou non, ne contient que des domaines $G[a, \sigma(r)/k]$ bornés. D'où

$$V[a, \sigma(r), p(r)] \subseteq E\left[a, \frac{\sigma(r)}{k}, p(r)\right]. \tag{5}$$

La fonction $P[r, a, \sigma(r)]$ et les séries que nous avons introduites ici ont des applications dans la théorie des valeurs exceptionnelles.

---

[1] F. IVERSEN, *Zum Verhalten*, etc. (*Ofv. af Finska Vet Soc. Forh.*, LXIV, Afd. A., n° 4, 1921, p. 5).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Quelques généralisations d'un théorème de S. Bernstein sur la dérivée d'un polynome trigonométrique.* Note de M. **Ralph P. Boas**, présentée par M. Paul Montel.

On doit à S. B. Stetchkine ([1]) la généralisation suivante d'une inégalité classique de S. Bernstein.

Théorème I. — *Soit* $T_R(x)$ *un polynome trigonométrique de degré* R; *si* $0<\delta<\pi/R$, *on a* $|T'_R(x)|\leqq(1/2)R\operatorname{cosec}\delta R.\sup_x|T_R(x+\delta)-T_R(x-\delta)|$.

Une inégalité analogue a lieu entre une dérivée d'ordre supérieur à 1 et la différence du même ordre. Ces résultats ont été étendus par S. Nikolsky ([2]) et S. Bernstein ([3]) aux fonctions entières de type exponentiel fini. Le but de cette Note est de signaler que le théorème I est une conséquence immédiate d'un théorème de P. Civin ([4]) et que l'extension aux fonctions entières se fait par un simple raisonnement supplémentaire.

Voici le théorème de Civin : *Soit*

$$f(x)=\int_{-R}^{R} e^{ixt}\,d\alpha(t), \tag{1}$$

où $\alpha(t)$ *désigne une fonction à variation bornée. Soit*

$$g(x)=\int_{-R}^{R} \mu(t)\,e^{ixt}\,d\alpha(t), \tag{2}$$

où $\mu(t)=\sum_{-\infty}^{\infty} c_k e^{\pi ik(t/R)}$, *avec*

$$(-1)^k c_k\geqq 0 \qquad (k=0, \pm 1, \pm 2, \ldots). \tag{3}$$

Sous ces hypothèses, $g(x)$ *vérifie l'inégalité*

$$|g(x)|\leqq\mu(R)\sup|f(x)|. \tag{4}$$

On voit facilement que le signe d'égalité a lieu si et seulement si

$$f(x)=a\cos(Rx+b).$$

Prenons $f(x)=T_R(x+\delta)-T_R(x-\delta)$ et $\mu(t)=[t/(2\sin\delta t)]$. Parce que, si $0<\delta<\pi/R$, $\mu(t)$ est une fonction paire, non négative et convexe dans $(0, R)$, $(-1)^k c_k$ est bien non négatif et le théorème 1 se trouve établi. Le choix

---

([1]) *Doklady Akad. Nauk S. S. S. R.*, 60, 1948, p. 1511.
([2]) *Ibid.*, 60, 1948, p. 1507.
([3]) *Ibid.*, 60, 1948, p. 1487.
([4]) *Duke Math. J.*, 8, 1941, p. 656.

$\mu(t)=[t^r/(2\sin\delta t)^r]$ donne de même le théorème de Stetchkine sur les dérivées d'ordre r.

En faisant des hypothèses supplémentaires sur la fonction $\mu(t)$, on étend le théorème de Civin aux fonctions $f(x)$ de type exponentiel R, bornées sur l'axe réel. En effet, soit $f_\varepsilon(x)=f(x)(\sin\varepsilon x)/(\varepsilon x)$, $\varepsilon>0$. En vertu d'un théorème bien connu de Paley et Wiener [5], $f_\varepsilon(x)$ admet la représentation (1) avec $R+\varepsilon$ à la place de R. Définissons $g_\varepsilon(x)$ par analogie avec $g(x)$; si $\mu(t)$ jouit de la propriété (3) sur l'intervalle $(-R-\varepsilon, R+\varepsilon)$, on a

$$(5)\qquad |g_\varepsilon(x)|\leq\mu(R+\varepsilon)\sup|f_\varepsilon(x)|\leq\mu(R+\varepsilon)\sup|f(x)|.$$

Nos hypothèses impliquent la continuité de $\mu(t)$; donc, si $\lim\limits_{\varepsilon\to 0} g_\varepsilon(x)=g(x)$, $g(x)$ satisfait à l'inégalité (5). Dans le cas de Stetchkine-Nikolsky-Bernstein, on voit facilement que $\mu(t)$ satisfait à nos hypothèses supplémentaires. Le théorème I se trouve donc étendu aux fonctions entières $T_R(x)$ de type exponentiel R (R n'étant plus assujetti à la condition d'être entier).

Par un choix convenable de $\mu(t)$, on obtient beaucoup de théorèmes analogues; nous en signalons quelques exemples simples.

II. Soit $\mu(t)=\sin\delta t/\sin\varepsilon t$; on obtient

$$|T_R(x+\delta)-T_R(x-\delta)|\leq(\sin\delta R/\sin\varepsilon R)\sup|T_R(x+\varepsilon)-T_R(x-\varepsilon)|,\qquad 0<\delta<\varepsilon<\frac{\pi}{R};$$

si l'on fait $\delta\to 0$, on retrouve le théorème I.

III. Soit $\mu(t)=2i\sin\delta t\, e^{(i\pi t/R)1/2}$; on obtient [6]

$$|T_R(x+\delta)-T_R(x-\delta)|\leq 2\sin\delta R\sup|T_R(x)|,\qquad 0<\delta<\frac{1}{2}\frac{\pi}{R}.$$

IV. Soit $\mu(t)=(1/2)\sec\delta t$; on obtient

$$|T_R(x)|\leq\frac{1}{2}\sec\delta R.\sup|T_R(x+\delta)+T_R(x-\delta)|,\qquad 0<\delta<\frac{1}{2}\frac{\pi}{R}.$$

V. Soit $0\leq c<\frac{1}{2}R^{-1}\int_0^R\delta t\operatorname{cosec}\delta t\,dt$, $\mu(t)=\frac{1}{2}t\operatorname{cosec}\delta t-c$; on obtient l'énoncé suivant, qui se réduit au théorème I si $c=0$,

$$|T'_R(x)-c\{T_R(x+\delta)-T_R(x-\delta)\}|\leq\left(\frac{1}{2}R\operatorname{cosec}\delta R-c\right)\sup|T_R(x+\delta)-T_R(x-\delta)|$$

$$0<\delta<\frac{\pi}{R}.$$

---

(5) *Fourier Transforms in the Complex Domain*, New York, 1934 p. 13.
(6) S. Bernstein, *loc. cit.*

CALCUL NUMÉRIQUE. — *Sur une méthode utilisant le bassin électrique pour la détermination des racines d'une équation algébrique.* Note (*) de MM. **Lucien Malavard** et **Jean Tissot**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. Dans une Note de 1888, Félix Lucas a donné le principe d'une résolution rhéoélectrique des équations algébriques à coefficients réels [1]. Soit $F(z)=0$ une telle équation de degré $\leq n$; formons le polynome auxiliaire

$$f(z)=(z-\lambda_1)(z-\lambda_2)\ldots(z-\lambda_{n+1}),$$

où les λ sont réels inégaux choisis *ad libitum* et calculons les coefficients de la décomposition $F/f=\Sigma_k[\mu_k/(z-\lambda_k)]$, la fonction $G(z)=\Sigma_k\mu_k\log(z-\lambda_k)$ est le potentiel complexe de sources, d'intensités μ_k, placées sur l'axe réel du plan complexe z aux points λ_k. Les racines cherchées correspondent aux zéros de dG/dz, donc aux points nodaux de l'écoulement G. Pour obtenir expérimentalement G, Lucas propose de placer aux points λ des électrodes déversant des courants proportionnels aux μ dans un conducteur plan homogène. Les points nodaux du champ d'équipotentielles électriques seront les points racines de l'équation proposée.

2. Nous avons entrepris, depuis plusieurs mois, au Laboratoire analogique de l'O. N. E. R. A. et pour l'application à des questions de stabilité, l'étude systématique de la méthode pour préciser les meilleures conditions d'utilisation; nous avons été amenés à la modifier pour une expérimentation plus aisée, plus rapide et plus précise. Dans une communication orale au récent Congrès de Mécanique, M. A. Bloch [2] a décrit une application de la méthode de Lucas au cas d'une équation de degré 3. Il nous a paru dès lors intéressant de donner ici un aperçu de nos travaux, lesquels comportent des réalisations différentes.

3. *Méthode de Lucas.* — Nous l'avons appliquée dans un bassin dont l'un des bords rectilignes représente l'axe réel (réalisation qui, par symétrie, est réduite à un demi-plan). De fines tiges conductrices, servant d'électrodes, sont disposées le long de ce bord aux points choisis λ et débiteront des intensités électriques définies par les μ. S'il y a lieu, une autre grande électrode limite le bassin.

Il faut réduire au minimum les erreurs dues à la limitation du bassin, donc le prendre de grandes dimensions par rapport à la distance des λ extrêmes. Nos expériences (bassin de $1^m,5\times 2^m$) ont porté sur la résolution d'équations de degrés 4,5 et 9. Les électrodes (10) étaient équidistantes de 5^{cm} au milieu du

(*) Séance du 20 septembre 1948.

(1) *Comptes rendus*, 106, 1888, p. 645.

(2) Londres, 10 septembre 1948.

grand côté; la technique de leur réalisation, du réglage des intensités et du tracé des équipotentielles est usuelle et nous résumons seulement quelques conclusions :

a. La précision sur la détermination des racines est meilleure lorsque les points nodaux qui les définissent sont voisins des électrodes; ces dernières sont placées une fois pour toutes dans le bassin, mais un changement d'échelle qui modifie leurs λ et aussi les μ peut être utilisé pour se placer dans les meilleures conditions possibles;

b. En particulier lorsque les racines sont très espacées, il est bon de les déterminer par groupes séparés en changeant d'échelle;

c. Le réglage des intensités est délicat et doit être précis, des variations de quelques millièmes sur ces intensités amènent des erreurs de plusieurs centièmes sur les racines;

d. Quand on n'a pas une certaine expérience, des contrôles sont nécessaires (et faciles) sur l'effet possible de la limitation du bassin, effet qui peut être important : dans un essai l'erreur sur un point nodal, pourtant pas très loin des électrodes, passait de quelques centièmes à 20 % pour une réduction de moitié des dimensions du bassin.

4. *Variantes*. — Le réglage précis des intensités μ_K est relativement difficile et long dès que les électrodes sont nombreuses (il y a interaction des réglages). De plus les effets de polarisation, plus difficiles à éviter avec de fines électrodes à densité de courant relativement forte, peuvent entraîner une légère dérive du champ avec le temps. Aussi avons-nous employé une autre image électrique en représentant au basssin non plus *la partie réelle* φ de la fonction G, mais *sa partie imaginaire* ψ (champ de tourbillons). La réalisation est la suivante : le bord rectiligne du bassin image de l'axe réel est recouvert de larges électrodes séparées par d'étroits intervalles isolants aux points λ_K et dont les différences de potentiel doivent être réglées proportionnellement aux μ_K; prenant par convention o pour potentiel de la première électrode $(-\infty, \lambda_1)$, les potentiels des suivantes seront respectivement définis par μ_1, $\mu_1+\mu_2$, $\mu_1+\mu_2+\mu_3$, ... (réduits à l'échelle habituelle 0-100 de nos montages). La détermination des points nodaux s'effectue par tracé des équipotentielles électriques (lignes ψ); en particulier, les racines réelles sont à l'aboutissement, sur les électrodes des lignes potentielles de même graduation.

Les avantages de cette seconde méthode sont notables : précision, facilité et rapidité d'un réglage qui reste tout à fait constant (en peu de minutes on règle aisément un grand nombre de potentiels avec une précision de 1/10000).

5. Pour éliminer tout à fait l'effet de limitation du bassin et être certain d'avoir toutes les racines dans le champ expérimental, nous avons enfin mis en service un bassin demi-circulaire, image, dans un plan Z, du précédent z, par une transformation inverse de Joukowsky. Les électrodes de z se retrouvent dans Z suivant la demi-circonférence frontière et les deux méthodes précédentes sont

applicables. Les déterminations sont très satisfaisantes, même pour des racines très espacées (1-500) et l'on obtient couramment une précision relative qui varie de 1/100 dans les cas les moins favorables à 1/1000.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la détermination de la distance géocentrique ρ des astéroïdes dans la méthode Lagrange-Andoyer.* Note (*) de M. **Benjamin de Jekhowsky**, transmise par M. Ernest Esclangon.

Une étude approfondie d'après les données fournies par un assez grand nombre d'orbites d'astéroïdes que nous avons calculées montre qu'entre les quantités ρ et P qu'on est amené à déterminer en résolvant par approximations successives les deux équations simultanées, savoir :

(1) $$r^2 = \rho^2 + 2S\rho + R^2, \qquad \rho = P + (Q + q\rho)r^{-3},$$

il existe des relations simples susceptibles de donner, sans beaucoup de peine et d'une façon plus commode que la Table déjà existante ([1]) pour des valeurs de la quantité P ou de son logarithme [P] variant de [1,9995] à [0,3430], cas qui se sont présentés dans nos calculs, une valeur suffisamment approchée de la distance géocentrique ρ des astéroïdes en fonction de la quantité P, ou bien de la valeur de $[\rho]$ en fonction de [P].

En traitant par la méthode des moindres carrés les quatre-vingts équations, dont nous disposons, on trouve que la relation qui relie les deux quantités ci-dessus peut être mise sous la forme

(2) $$[\rho] = (1{,}32 - 0{,}4[P])[P] - 0{,}0770,$$

soit simplement

(3) $$\rho = 1{,}067P - 0{,}2192.$$

Connaissant une valeur suffisamment approchée de $[\rho]$, notre méthode, basée sur l'itération ([2]) et mise sous une forme simple et pratique, permet de trouver rapidement la valeur exacte de $[\rho]$.

En effet, avec la valeur de $[\rho]$ donnée par exemple par la formule (2), on calcule d'après (1) deux valeurs successives de $[\rho]$; puis on forme les différences premières avec leur rapport q_0 et l'on détermine q_1, q_2, q_3, ... par divisions successives d'après le Tableau ci-dessous.

(4) $$\left\{\begin{array}{l} [\rho_0]:\Delta[\rho]_{1,0}, \\ [\rho_1]:\Delta[\rho]_{2,1}, \\ [\rho_2] \end{array}\right. \qquad q_0 = \frac{\Delta[\rho]_{1,0}}{\Delta[\rho]_{2,1}}, \qquad \begin{array}{l|l} \Delta[\rho]_{2,1} & q_0 \\ \hline & q_1 \,|\, q_0 \\ & \quad q_2 \,|\, q_0 \\ & \qquad q_3 \quad \ldots \end{array}$$

(*) Séance du 20 septembre 1948.

([1]) H. Andoyer, *Cours de Mécanique céleste*, **1**, Paris, 1940.

([2]) *Journal des Observateurs*, **17**, n° **6**, p. 82-85.

La valeur définitive de $[\rho]$ est donnée par la formule

$$(5)\qquad [\rho]=[\rho_2]+\sum_1^n q_n.$$

Prenons quelques exemples, dont les données n'ont pas servi à déduire les relations (2) et (3).

(384) *Burdigala.* $[P]=[0,2020864]$, $P=1,5925$.

La formule (2) donne

$$[\rho_0]=\big(1,32-0,4[0,2020864]\big)[0,2020864]-0,0770=[0,1734177].$$

Avec cette valeur de $[\rho]$ on trouve, d'après (1) et (4),

$$\begin{array}{lll} [\rho_0]=[0,1734177], & -4476, & \\ [\rho_1]=[0,1729701], & -570, & q_0=7,9, \\ [\rho_2]=[0,1729131]. & & \end{array}\qquad \begin{array}{l|l} -570 & 7,9 \\ \hline & -72 \mid 7,9 \\ & \quad -9 \mid 7,9 \\ & \qquad -1 \end{array}$$

de sorte que

$$[\rho]=[0,1729131]-0,0000082=[0,1729049].$$

Dans le même exemple, en partant de $P=1,5925$, la formule (3) donne $\rho_0=1,4800$, soit $[\rho_0]=[0,1702617]$.

Les formules (1) et (4) donnent

$$\begin{array}{lll} [\rho_0]=[0,1702617], & +23047, & \\ [\rho_1]=[0,1725664], & +2953, & q_0=7,8, \\ [\rho_2]=[0,1728617], & & \end{array}\qquad \begin{array}{l|l} +2953 & 7,8 \\ \hline & +379 \mid 7,8 \\ & \quad +48 \mid 7,8 \\ & \qquad +6 \mid 7,8 \\ & \qquad\quad +1 \end{array}$$

et l'on déduit

$$[\rho]=[0,1728617]+0,0000434=[0,1729051].$$

Prenons encore l'exemple traité par H. Andoyer (*loc. cit.*, p. 153)

(79) *Eurynome.* $[P]=[0,07082]$.

D'après la formule (2) nous trouvons $[\rho_0]=[0,014476]$. Puis on a

$$\begin{array}{lll} [\rho_0]=[0,0144760], & -224, & \\ [\rho_1]=[0,0144536], & -48, & q_0=4,7, \\ [\rho_2]=[0,0144488], & & \end{array}\qquad \begin{array}{l|l} -8 & 4,7 \\ \hline & -10 \mid 4,7 \\ & \quad -2 \end{array}$$

d'où

$$[\rho]=[0,0144488]-0,0000012=[0,0144476].$$

Or, H. Andoyer trouve $[\rho]=[0,0144500]$ en complétant les deux dernières décimales par des zéros.

Notons que dans la Table d'Andoyer, après avoir calculé $\sigma=0,9494$,

$p=0{,}8518$ et $m=1{,}0391$, on trouve comme valeur approchée $|\rho|=|0{,}0177805|$, une valeur moins précise que celle donnée par notre formule (2).

Ainsi l'on voit que le calcul des quantités σ, p et m de la Table en question peut être évité, et que sans passer par le calcul de la dérivée de $f(\rho)$, il suffit seulement de faire deux fois un calcul simple par les formules (1).

MAGNÉTISME. — *Champ magnétique produit par la rotation d'une masse gravitationnelle douée d'une charge électrique de volume.* Note (*) de M. **Constantin Sălceanu**, transmise par M. Aimé Cotton.

En supposant que le magnétisme terrestre est dû à la masse gravitationnelle en rotation, P. M. S. Blackett [1] donne la relation suivante qui relie les grandeurs magnétiques aux grandeurs gravitationnelles

$$\frac{P}{U}=\beta\frac{\sqrt{G}}{c},$$

P est le moment magnétique de la masse en rotation, U est le moment angulaire, G est la constante de la gravitation, c la vitesse de la lumière et β un coefficient de proportionnalité de l'ordre de l'unité.

St. Procopiu [2] par des considérations de dimensions trouve qu'on peut écrire aussi

$$\frac{P}{U}=\frac{Q}{M},$$

où Q est une quantité d'électricité prise en unités électromagnétiques et M une masse gravitationnelle.

La présente Note a pour but de donner une justification théorique de cette dernière relation. En admettant que la masse gravitationnelle en rotation a la forme d'une sphère on suppose que le champ magnétique de cette sphère est produit par la rotation de sa charge électrique de volume. On considère donc une charge élémentaire de volume, homogène, et l'on calcule le moment magnétique pour un anneau circulaire élementaire à section rectangulaire (dx, dy)

$$2\pi x\,dx\,dy\,\mu\nu\pi x^2,$$

où μ est la charge électrique moyenne en u. é. m. par unité de volume et ν la fréquence de rotation. En intégrant cette valeur élémentaire pour la sphère de rayon R on obtient

$$P=2\pi\mu\omega\int_0^R dy\int_0^{\sqrt{R^2-y^2}} x^3\,dx=\frac{\pi}{2}\mu\omega\left(\frac{8}{15}R^5\right).$$

(*) Séance du 13 septembre 1948.

(1) *Nature*, **159**, 1947, p. 658.

(2) *Rev. St. Adamachi*, **34**, nos 1-2, janvier-juin, 1948, p. 73.

Si l'on introduit la valeur du volume de la sphère V, l'expression devient

$$P = \frac{\mu\omega}{2} V \frac{2}{3} R^2 = \frac{\omega}{5} Q R^2,$$

où Q représente la charge de volume pour la sphère entière.

On écrit ensuite le moment de quantité de mouvement, pour le même anneau circulaire élémentaire

$$2\pi x \, dx \, dy \, \rho x^2 \omega,$$

où ρ est la densité de la sphère. Pour la sphère entière on obtient par intégration

$$U = \pi\rho\omega\left(\frac{8}{15} R^5\right).$$

En introduisant la valeur de la masse M de la sphère on obtient

$$U = \pi\omega \frac{3M}{4\pi R^3}\left(\frac{8}{15} R^5\right) = \frac{2}{5} M R^2 \omega.$$

Le rapport de ces deux quantités devient $P/U = [(1/2)(Q/M)]$, c'est-à-dire le rapport d'une quantité d'électricité et d'une masse matérielle multiplié par le coefficient 0,5.

On observe que le rapport des valeurs des deux moments élémentaires considérés plus haut est égal à $(1/2)(\mu/\rho)$, ce qui montre que la relation précédente s'explique pour un corps de révolution.

En l'appliquant dans le cas de la Terre, utilisant la valeur trouvée par Blackett : $P/U = 1,1 . 10^{-15}$ et prenant pour la masse de la Terre $M = 6 . 10^{27}$ g, on trouve pour la charge spatiale de la Terre : $Q = 1,32 . 10^{12}$ u. e. m. Comme le volume de la Terre est $1,08 . 10^{27}$ cm^3, on trouve que la charge moyenne de la Terre par centimètre cube est de $1,2 . 10^{-15}$ u. e. m. et a la même valeur numérique à peu près que la charge superficielle de la Terre par centimètre carré. Il en résulte que la charge de volume de la Terre est $2 . 10^8$ fois plus grande que sa charge superficielle. La rotation de cette charge de volume peut être responsable de l'existence du magnétisme terreste.

La valeur du rapport P/U de la formule de Blackett n'est pas du même ordre de grandeur dans le cas de l'électron tournant à cause de sa charge électrique énorme vis-à-vis de sa masse qui est petite. En quantifiant la valeur du moment magnétique de la masse en rotation de l'électron d'après la formule déduite plus haut, on obtient pour le spin de l'électron la valeur

$$P = \frac{h}{4\pi} \frac{e}{m},$$

qui est égale à celle du magnéton de Bohr.

L'énergie totale de la masse de l'électron tournant est $(2/5) m\omega^2 R^2$ et si nous quantifions le moment de la quantité de mouvement pour l'électron on obtient

$U = (h\nu/\omega)$. Le rapport du moment magnétique au moment de la quantité de mouvement pour l'électron devient alors : $P/U = (e/2m)$, c'est-à-dire égale à la moitié de la charge spécifique de l'électron. La relation déduite plus haut s'applique donc aussi dans le cas de l'électron tournant.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *De l'influence sur le rayonnement d'un champ magnétique homogène et longitudinal.* Note (*) de MM. **Félix Ehrenhaft** et **R. Herzog**, transmise par M. Aimé Cotton.

Si l'on avait jusqu'ici effectué des recherches sur l'influence sur des rayonnements de toutes sortes, de champs électriques et magnétiques homogènes et transversaux et de champs électriques homogènes et longitudinaux, par contre, *on n'avait guère poussé les recherches en ce qui concernait l'effet dû à des champs magnétiques homogènes et longitudinaux*. L'expérience ci-dessous a été suggérée par le fait, découvert par l'un de nous, que, dans les gaz, des particules soumises à l'action d'un champ magnétique *homogène* se déplacent dans la direction du champ d'un mouvement dont le sens change en même temps que celui du champ ([1]). Dans un milieu résistant le mouvement de ces corps est uniforme, mais dans le vide le champ leur communiquerait une accélération, augmentant ainsi leur énergie. A titre de premier exemple nous décrirons ci-dessous les expériences montrant l'influence d'un champ magnétique homogène et longitudinal sur le rayonnement émanant d'un échantillon radioactif.

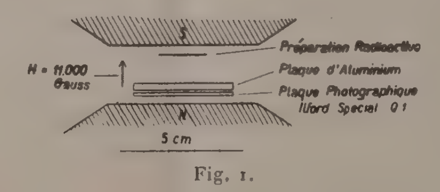


Fig. 1.

Lorsqu'on expose une plaque photographique au rayonnement d'une préparation β-radioactive, on obtient un noircissement dont l'intensité diminue avec l'épaisseur de l'absorbant interposé entre la plaque et la préparation ; pour des conditions d'expérience données, il existe une épaisseur limite de l'absorbant, pour laquelle on n'observe plus de noircissement de la plaque. Des expériences décrites ci-dessous il résulte que cette épaisseur limite s'accroît notablement lorsque préparation, absorbant et plaque sont placés dans un champ magnétique *homogène*, de telle sorte que les lignes de force soient perpendiculaires à l'ensemble (*fig.* 1).

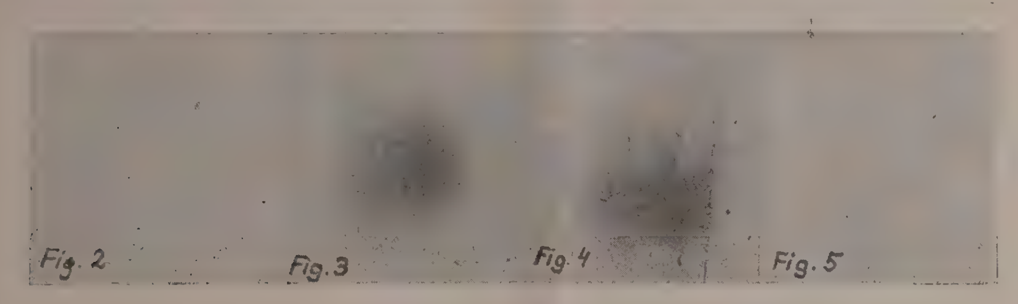
Comme source de rayonnement on a utilisé une préparation obtenue par électrolyse

(*) Séance du 13 septembre 1948.

([1]) F. Ehrenhaft, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 263 ; **222**, 1946, p. 1100-1346 ; **224**, 1947, p. 1151 ; **225**, 1947, p. 926 ; *Journ. Franklin Inst.*, **233**, 1942, p. 235.

d'une solution de Ra-D et consistant essentiellement en Ra-E ([2]). Entre la préparation et la plaque l'inhomogénéité du champ ne dépassait pas 0,006. Une plaque d'aluminium servait d'absorbant.

Processus expérimental : Avec une préparation récente et en l'absence de champ magnétique on n'observe aucun noircissement (*fig.* 2) avec une plaque d'Al de $1^{mm},8$ (soit 0,48 g/cm²). Après l'établissement du champ magnétique (pôle sud du côté de la préparation) on obtient encore un noircissement (*fig.* 3) avec une plaque d'Al de 3^{mm} (soit 0,81 g/cm²). La photo suivante (*fig.* 4) montre un effet identique lors l'interversion des pôles. Après la suppression du champ on n'observe à nouveau plus de noircissement (*fig.* 5), ce qui prouve que l'effet observé n'est pas dû à des causes accidentelles. Les quatre photographies reproduites ont été prises l'une après l'autre avec la même préparation, chacune exposée 24 heures et toutes quatre développées simultanément.



L'explication des résultats expérimentaux n'est pas possible dans la représentation électronique actuelle, car la focalisation est insignifiante du fait que le diamètre de la préparation et son éloignement de la plaque photographique sont approximativement égaux. Compte tenu de l'homogénéité suffisante du champ, on ne peut non plus expliquer le phénomène en supposant qu'il s'agit de particules assimilables à des dipôles magnétiques; de plus la région d'intensité minimum du champ se trouvant à mi-chemin entre la préparation et la plaque, les gains ou pertes d'énergie d'un dipôle seraient compensés sur la deuxième partie de la trajectoire. On pourrait enfin expliquer le phénomène en suffisant que les propriétés absorbantes de l'aluminium sont considérablement modifiées par un champ magnétique longitudinal.

Si l'on rejette cette hypothèse qui ne repose sur rien, il ressort de ces expériences que nous sommes en présence d'un rayonnement dont l'énergie est notablement augmentée par un champ magnétique homogène et longitudinal ([3]). S'il s'agit d'un rayonnement corpusculaire, on peut expliquer le résultat par le fait que l'on a pour les particules $\int \operatorname{div} B \, d\tau \gtrless 0$, hypothèse en accord avec les expériences sur la magnétophotophorèse, où cette propriété a déjà été mise en évidence pour des particules isolées visibles.

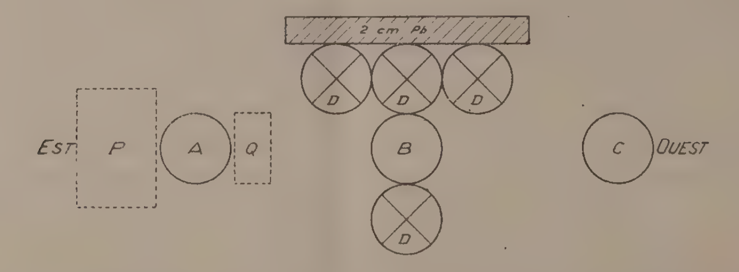
Ces expériences ont été exécutées à l'Institut de Physique (I.) de l'Université de Vienne. MM. M. Higatsberger, F. Vieböck et P. Weinzierl ont collaboré à ce travail.

([2]) Mme Berta Karlik, de l'Institut Radiologique de Vienne, nous a procuré le Ra nécessaire et M. F. Hernegger a préparé le précipité radioactif.

([3]) F. Ehrenhaft, *Phys. Rev.*, 69, 1946, p. 260.

RAYONS COSMIQUES. — *Sur une composante neutre non gerbigène du rayonnement cosmique horizontal.* Note (*) de M. **Anatole Rogozinski**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Conditions expérimentales. — Une série d'expériences sur le rayonnement cosmique horizontal a été effectuée à l'aide du dispositif schématisé par la figure. Ce dispositif comprend essentiellement un télescope horizontal, constitué par trois compteurs A, B et C en coïncidence triple et par quatre compteurs D, connectés en parallèle et montés en anticoïndence avec les premiers compteurs. Le rôle des compteurs D est de protéger le télescope contre les gerbes latérales et de le rendre insensible aux particules horizontales accompagnées d'une gerbe; cette protection se trouve encore accrue par un écran permanent de 2^{cm} Pb, qui surmonte les compteurs D supérieurs. Une anticoïncidence ABC-D traduit ainsi, en principe, le passage à travers le télescope d'une particule horizontale isolée.



Les compteurs utilisés ont une paroi en laiton de 1^{mm} d'épaisseur et un diamètre intérieur de 48^{mm}. La longueur effective des compteurs A, B et C est de 250^{mm} et celle des compteurs D de 500^{mm}. Les axes des compteurs A et C sont distants de 300^{mm}.

Le télescope est dirigé d'Est en Ouest, mais les mesures ont porté surtout sur la direction Est, bien dégagée jusqu'à l'horizon. Des écrans de Pb, désignés par la suite par P et par Q respectivement, sont disposés à l'Est de A et entre A et B.

Résultats. — Les résultats obtenus sont réunis dans le Tableau, qui donne la fréquence (par heure) des anticoïncidences ABC-D, en fonction des épaisseurs de P et de Q. Signalons, en outre, que la fréquence des coïncidences ABC (les compteurs D déconnectés) est de 24 par heure, et qu'une mesure de contrôle avec les compteurs A, B et C *désalignés* ne donne qu'environ une coïncidence par heure pour ABC-D, alors que l'on en retrouve une vingtaine par heure pour ABC.

(*) Séance du 13 septembre 1948.

Discussion. — Remarquons d'abord que, tandis que P n'agit que sur la moitié des rayons qui actionnent le télescope, à savoir sur ceux venant de l'Est, Q agit sur les rayons venant aussi bien de l'Est que de l'Ouest. Ajoutons que l'écran Q n'influe sur la fréquence du télescope que dans la mesure où il absorbe la composante *ionisante* du rayonnement incident ; les effets d'une composante neutre sur Q demeurent, en principe, sans influence sur cette fréquence.

Considérons à présent le cas $P = 0$. La forte absorption - de l'ordre de 50 % exercée sur la fréquence des coïncidences par $Q \geq 2^{cm}$ Pb, montre que le rayonnement horizontal *ionisant* comprend une proportion considérable de particules de faible énergie, particules dont la nature n'est pas encore établie.

Le cas $Q = 0$ est tout différent. En effet, lorsque P varie ici de 2 à 15^{cm} Pb, la fréquence demeure sensiblement constante, alors qu'elle devrait diminuer d'au moins 25 %. Cet écart doit donc être attribué à un phénomène secondaire, qui peut s'expliquer, soit par l'intervention, après l'introduction de l'écran P, de rayons se propageant *en dehors* du faisceau incident défini par le télescope, soit par la création dans P d'un rayonnement secondaire ionisant, à partir d'une radiation neutre *contenue* dans le faisceau incident.

La première hypothèse pourrait être justifiée, soit par la dispersion (scattering), soit par la décomposition des mésons dans l'écran P. Or, des mesures de comparaison effectuées avec le même télescope, placé dans la position verticale, démontrent que l'importance du phénomène secondaire décrit est négligeable pour le faisceau vertical, d'où il résulte également que l'effet de la dispersion est beaucoup trop faible pour expliquer l'important écart observé. D'autre part, le calcul montre que le mécanisme de la décomposition ne rend compte que d'une faible fraction de cet écart.

Ainsi donc une composante *non ionisante* du rayonnement horizontal devrait être rendue responsable du rayonnement secondaire observé. Notons immédiatement que cette composante devant, de plus, être non gerbigène, ne saurait consister en photons; cela est confirmé également par la faible influence de P sur la fréquence des coïncidences.

Q (cm Pb). P (cm Pb)...	0.	2.	5.	10.	15.
0	$8,24 \pm 0,25$	$8,35 \pm 0,30$	$8,50 \pm 0,18$	$8,0 \pm 0,24$	$8,03 \pm 0,21$
2	$4,02 \pm 0,21$	$4,90 \pm 0,20$	$4,06 \pm 0,18$	$4,34 \pm 0,19$	$4,4 \pm 0,24$
5	$3,46 \pm 0,23$		$4,0 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,3$

Il résulte des valeurs obtenues, lorsqu'on fait intervenir simultanément les écrans P et Q : 1° que le rayonnement neutre présente une faible interaction avec le Pb et 2° que le rayonnement secondaire, dont le parcours semble être inférieur à 5^{cm} Pb, est beaucoup plus absorbable que le précédent. La première conclusion implique, en particulier, une proportion élevée de rayons neutres par rapport aux rayons ionisants dans le faisceau horizontal. D'autre part, il est vraisemblable que l'interaction du rayonnement neutre avec l'air est encore

plus faible qu'avec le Pb. Des mesures ultérieures, qui seront effectuées à des altitudes différentes, avec des écrans en matériaux de faible numéro atomique, permettront d'élucider cet important point.

Conclusions. — Les résultats préliminaires obtenus jusqu'ici conduisent à admettre, dans le rayonnement cosmique horizontal, l'existence d'une composante neutre non gerbigène, mais ils ne permettent pas encore de se prononcer sur la nature de celle-ci. Il peut s'agir ici, soit de neutrons provoquant l'émission de particules de grande énergie dans leur interaction avec les noyaux de l'écran P, soit, plus vraisemblablement, de mésons neutres (neutrettos) se transformant en mésons chargés, ou provoquant des explosions nucléaires dans cet écran, soit enfin d'un rayonnement neutre primaire inconnu.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les réactions entre gaz et le rôle catalytique de l'eau.* Note (*) de M. **Henri Dessens**, transmise par M. Charles Maurain.

La réaction de deux gaz, comme les gaz chlorhydrique et ammoniac, avec production d'un corps liquide ou solide, pose un problème qui ne semble guère avoir retenu l'attention des chimistes. Le resserrement des molécules qui correspond à un tel changement d'état devait intéresser les météorologistes, car il évoque la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique sur les noyaux de condensation de l'air.

J.-J. Trillat et Mlle A. Lalœuf [1] ont étudié récemment des fumées de chlorure d'ammonium par diffraction et microscopie électroniques; les particules examinées sont solides et constituées par une agglomération sphéroïdale de très petits cristaux cubiques; les dimensions de la plupart des grains varient de $0^{\mu},09$ à $0^{\mu},3$, mais on rencontre quelques gros agglomérats isolés dont le diamètre peut être supérieur à 1^{μ}.

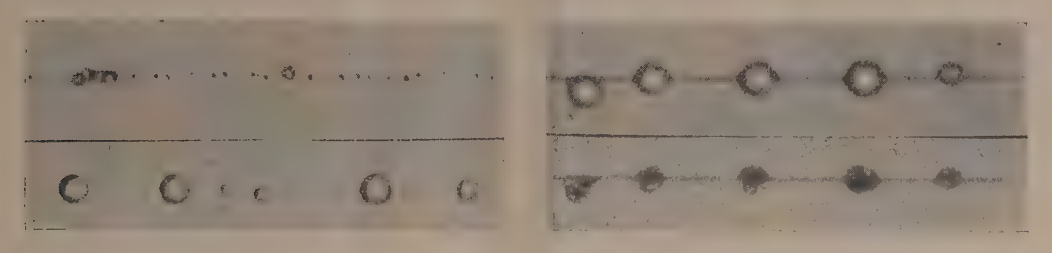
Ces faits, très curieux, s'interprètent sans difficulté : des fils d'araignées, dont le diamètre est compris entre $0^{\mu},1$ et $0^{\mu},01$ sont observés au microscope; on approche, de part et d'autre, deux agitateurs trempés respectivement dans des solutions d'acide chlorhydrique et d'ammoniac : les fils captent des gouttelettes dont le rayon est de l'ordre de $0^{\mu},1$ (*fig.* 1); si l'expérience est prolongée, le fil se couvre de gouttelettes, certaines d'entre elles captent les voisines, grossissent, glissent le long du fil, et, suivant la grosseur du fil et les conditions de l'expérience, donnent un chapelet de gouttes plus ou moins grosses (*fig.* 2). Ces gouttes peuvent coexister avec de très petites gouttelettes, mais à proximité des grosses gouttes, les petites gouttelettes ont été balayées.

Si le degré hygrométrique h de l'air est supérieur à 0,78, l'aspect du fil ne se modifie plus, mais si l'air est nettement plus sec, on voit à un instant donné

(*) Séance du 13 septembre 1948.

(1) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 67.

toutes les gouttelettes faire place, en moins d'un dixième de seconde, à des agglomérations de cristaux secs (clichés 3 et 4) conservant souvent la forme générale des gouttes; la forme cubique des cristaux apparaît parfois et est bien vérifiée en lumière polarisée.



Clichés 1 et 2. Clichés 3 et 4.
Grandissement 1500.

Ainsi, le produit initial de la réaction est constitué par une solution de chlorure d'ammonium répartie dans un grand nombre de petites gouttelettes, et non par un solide. L'étude, à l'aide de très fins fils d'araignées, des fumées qui sortent d'un flacon d'acide chlorhydrique ouvert, conduit à l'interprétation suivante de cette réaction : dans l'air du laboratoire ($h > 0,40$), les noyaux de condensation de l'air comprennent des gouttelettes d'une solution (sursaturée si $h < 0,77$) de chlorure de sodium ([2]); cette solution dissout un volume considérable (par rapport à celui du solvant) de gaz chlorhydrique, et, en présence d'ammoniac, de ce deuxième gaz; la réaction se fait donc en solution, à l'intérieur des gouttelettes.

Même si h est inférieur à 0,78 (valeur critique correspondant à la déliquescence du chlorure d'ammonium), des gouttelettes persistent, leur solution étant sursaturée; elles sont captées par les fils, mais il arrive qu'à un instant donné (pour $h < 0,60$) toutes celles qui couvrent un fil ou des fils en contact semblent se cristalliser simultanément et instantanément. La forme des cristallisations de chaque goutte permet parfois de suivre la progression de l'amorçage le long du réseau : l'ordre de cristallisation est transmis par le fil, et peut provenir d'un autre fil par un point de contact. Sans préciser, notons l'influence du fil sur la rupture de la sursaturation, et la grande stabilité probable, lorsqu'elles sont libres dans l'air, des gouttelettes sursaturées.

Les observations utilisant les électrons n'ont permis que l'étude de ce qui reste des gouttelettes, petites et grosses, lorsqu'elles ont subi, dans le vide des instruments, une dessiccation brutale; l'examen des belles photographies de la Note précitée confirme la préexistence de gouttelettes de solution de chlorure d'ammonium.

Un examen similaire de diverses fumées m'a montré qu'elles sont constituées

---

([2]) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 915.

non par des particules solides mais par des gouttelettes. La généralité de ces faits permet de comprendre le rôle catalytique de la vapeur d'eau ou, plus exactement, de l'eau condensée en fines gouttelettes, dans les réactions entre gaz. Il est problable qu'une partie au moins des réactions dites « à sec » s'effectuent à l'intérieur de gouttelettes, et sont à ranger parmi les réactions en solution au point de vue du mode de liaison des radicaux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Identification chimique et spectroscopique du radical libre méthylène* CH_2. Note (*) de MM. **Paul Goldfinger**, **Pierre Le Goff** et **Maurice Letort**, transmise par M. Frédéric Joliot.

Un certain nombre de radicaux libres très simples tels que CH, NH, OH, ... ont été décelés et étudiés par spectroscopie; toutefois on ne connaît pas de méthode chimique pour les identifier. Par contre, des radicaux plus compliqués tels que CH_3 et C_2H_5, chimiquement caractérisables par la technique des miroirs de Paneth-Rice, ne sont pas encore accessibles à l'étude spectroscopique.

Nous avons essayé de caractériser par ces deux méthodes à la fois le radical CH_2 de complexité intermédiaire.

Divers auteurs, en particulier Pearson, Purcell et Saigh ([1]) dans la pyrolyse et photolyse du cétène CH_2CO et du diazométhane CH_2N_2, ainsi que M. Letort et X. Duval ([2]), dans le méthane soumis à la décharge électrique, pensent avoir décelé ce radical grâce à des miroirs de tellure. D'autre part, G. Herzberg ([3]) a interprété les spectres de noyaux de comètes obtenus par Swings ([4]) et d'autres auteurs, en attribuant à ce radical CH_2 un groupe de raies situées vers 4050 Å. G. Herzberg ([5]) a observé ce même spectre dans le méthane soumis à la décharge tandis que R. Herman ([6]) le retrouvait en faisant éclater dans l'hydrogène un arc entre deux électrodes de carbone.

Nous avons étudié le cétène CH_2CO, molécule dans la décomposition de laquelle on peut attendre la formation de CH_2 avec une grande probabilité. Ce produit a été préparé d'après J. W. Williams et C. D. Hurd ([7]) et purifié par distillations fractionnées à basses températures; sa pureté a été vérifiée par dosages, ainsi que par mesure de sa tension de vapeur.

(*) Séance du 13 septembre 1948.

([1]) *J. Chem. Soc.*, 1938, p. 409; R. F. Barrow, T. G. Pearson et R. H. Purcell, *Trans. Far. Soc.*, 45, 1939, p. 880; *cf.* aussi R. W. G. Norrish et G. Porter, *ibid.*, *General discussion on free radicals*, 1947.

([2]) *Comptes rendus*, 219, 1944, p. 452; *Ann. Mines*, 1945, p. 93.

([3]) *Rev. of Modern Phys.*, 14, 1942, p. 195.

([4]) P. Swings, C. T. Elvey et H. W. Babcock, *Astrophys. J.*, 94, 1941, p. 320.

([5]) *Ibid.*, 96, 1942, p. 314.

([6]) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 281.

([7]) *J. of Organ. Chem.*, 5, 1940, p. 122.

Ce gaz, circulant à une vitesse d'environ 10 m/sec sous une pression de $0^{mm},2$ Hg dans un tube de pyrex de 12^{mm} de diamètre, est soumis à une décharge de haute fréquence amenée par deux électrodes externes distantes de 20^{mm} entre elles. Des miroirs épais de tellure placés à 10 ou 20^{mm} en aval de la décharge se dissolvent en quelques minutes et nous avons recueilli le dépôt jaune (polytelluroformaldéhyde) caractéristique de CH_2 d'après Pearson, Purcell et Saigh.

Concomitamment nous avons photographié le spectre de la décharge grâce à un spectographe Huet n° 8606 à optique de verre dont la fente était située à quelques centimètres de la décharge dans le prolongement du tube.

Les longueurs d'onde du spectre obtenu ont été mesurées à 1 Å près au comparateur Huet, l'arc au fer servant de référence. Ce spectre est assez compliqué et contient manifestement les raies de rotation du CH. Son étude détaillée est en cours, mais nous voulons d'ores et déjà signaler que toutes les raies intenses du spectre de Swings que Herzberg attribue à CH_2 s'y trouvent comme le montre le tableau suivant.

D'après Swings, Elvey et Babcock (4).				Nos mesures.	
Swings.		Baldet.		CH_2CO.	CH_2N_2.
λ (Å).	*i*.	λ (Å).	*i*.	λ (Å).	λ (Å).
3992,6	4	–	–	3994	3993
4013,2	4	4014,5	8	4013	–
4019,4	4	4020,1	8	4019	4019
4039,6	5	4039,6	9	4040	4038,5
4043,6	5	4043,0	9	4043	4042
4051,6	6	4051,6	10	4051,5	4052
4074,4	4	4074,0	9	4075	4074

[L'échelle des intensités (*i*) va de 1 à 6 chez Swings et de 1 à 10 chez Baldet; nous n'avons donné ici que les raies les plus intenses, c'est-à-dire d'intensité supérieure ou égale à 4 d'après Swings, ou supérieure ou égale à 8 d'après Baldet.]

Ce tableau contient également les raies correspondantes que nous ont fournies quelques expériences faites suivant le même mode opératoire avec le diazométhane. Ce dangereux produit, dont la manipulation exige de grandes précautions, a été préparé d'après F. Arndt (8), dilué dans l'éther purifié et séché par distillations à basses températures. Dans ce spectre, les têtes de bande de N_2 à 4059, 3998 et 3945 Å sont fortement excitées mais, à une exception près (4013 Å), toutes les raies les plus intenses du spectre de Swings sont présentes, bien qu'elles soient beaucoup moins intenses que dans le spectre obtenu par le cétène.

---

(8) *Organic syntheses*, 15, p. 3.

En résumé, ces premiers résultats, dont l'étude détaillée se poursuit en collaboration avec le Dr B. Rosen (qui a attiré notre attention sur l'importance astrophysique du radical CH_2), semblent faire le recoupement, pour la première fois, entre les méthodes chimique et spectroscopique de détection du radical CH_2. Ils paraissent donc confirmer à la fois les conclusions de Pearson, Purcell et Saigh, Letort et Duval sur l'apparition du radical libre CH_2 dans certaines réactions, ainsi que l'interprétation donnée par Herzberg des spectres des noyaux cométaires obtenus par Swings.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conditions de formation des mousses déduites de l'étude des courbes d'étirement et de* retour. Note (*) de M. **Raphaël Matalon**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le présent travail a pour but de donner une définition plus précise des conditions liées à la formation des mousses. Le moussage peut être considéré comme dépendant de deux facteurs :

1° Un prélèvement, sous forme de lame mince, par les interfaces liquide-air de la substance dissoute. Ce processus dépend de la vitesse de diffusion des molécules du sein de la solution vers l'interface et de la tendance à l'adsorption du corps dissous.

2° L'état physique de l'interface en cours du moussage, et notamment sa structure qui est responsable de la plus ou moins grande stabilité de la paroi des lames.

Dans une Note précédente ([1]) nous avons montré qu'une lame mince peut être prélevée par l'étrier de Proctor Hall lorsque la concentration est telle qu'il existe des micelles au sein du liquide. Mais il n'en est pas toujours ainsi, en particulier lorsque les mousses apparaissent aux concentrations pour lesquelles la tension dynamique est encore très élevée. Dans ce cas les courbes d'étirement effectuées à la vitesse de 1^{cm} pour 6 secondes présentent une zone caractérisant l'existence d'une lame mince, mais celle-ci s'étend sous tension superficielle croissante. L'écart de tension observé à la naissance et à la rupture peut atteindre 6 à 7 dynes. Cette croissance de la force s'explique par un appauvrissement en molécules adsorbées de la couche superficielle par suite d'une faible nourriture de la lame au cours de son extension.

Cependant, bien que les tensions enregistrées soient nettement plus élevées que celle qui correspond à la saturation de la couche adsorbée, la formation de la lame mince permet de conduire par compression de ses parois à une structure superficielle compatible avec une plus grande stabilité. Ce fait est mis en évidence par l'étude des courbes de *retour* ([2]).

(*) Séance du 9 août 1948.

([1]) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 896-898.

([2]) Matalon, *Thèse*, Lyon, 15 juin 1948.

En effet, si l'on inverse le mouvement de la lame étirée, formée à partir de solutions très diluées, l'enregistrement de la courbe de variation de la force agissante en fonction de la distance de l'étrier à la surface montre qu'à hauteurs correspondantes, les lames ont une tension plus faible au retour qu'à l'étirement. L'irréversibilité des courbes ainsi obtenues est due à une accumulation de molécules adsorbées. Ces molécules se fixent en quelque sorte à la surface de la lame et leur vitesse de désorption très lente entraîne une concentration sur les parois de la lame au cours du processus de retour. Cette concentration se produit de façon analogue au cours du moussage pendant l'accumulation des lames dans la colonne de mousse.

L'expérience montre que les mousses apparaissent dès que la tension au retour devient suffisamment faible, et qu'elle tend à se rapprocher de la valeur qui correspond à la concentration maximum dans la couche adsorbée.

Lorsque la solution est suffisamment concentrée pour que la tension superficielle atteigne sa valeur minimum, les courbes d'étirement deviennent superposables aux courbes de retour, ce qui s'explique par une nourriture suffisante des parois de la lame au cours de son extension qui permet de maintenir une composition constante dans la couche superficielle.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution du nitrure de lithium et l'existenee de l'ion* N^{3-}. Note (*) de MM. **Fernand Gallais** et **Émile Masdupuy**, présentée par M. Paul Lebeau.

En vue de déterminer si l'azote est susceptible de s'ioniser sous la forme N^{3-}, nous avons recherché si cet ion est un des deux constituants du nitrure de lithium. C'est en effet dans ce composé que l'on a le plus de chances de le rencontrer, en raison du caractère fortement électropositif du lithium. Le nitrure de lithium a d'ailleurs des caractères salins (F 840-845°) et son réseau cristallin a été considéré comme ionique. Dans ce réseau, hexagonal, certains centres Li sont en effet éloignés de 2,11 Å seulement, alors que la plus petite distance qui ait été observée par ailleurs entre atomes neutres de lithium est de 2,70 Å ([1]).

Pour obtenir une certitude au sujet de la structure du nitrure de lithium, nous avons étudié la conductibilité électrique de ce composé solide et fondu.

Le corps qui a servi à nos expériences a été préparé par combinaison directe des éléments à 450-460°, dans un appareil en fer. L'azote, purifié et desséché à la manière habituelle, passait en outre sur des fragments de lithium sacrifiés et destinés à arrêter les dernières traces d'eau. La substance ainsi obtenue se

---

(*) Séance du 20 septembre 1948.

([1]) R. Brill, *Z. Krist.*, 65, 1927, p. 94; E. Zintl et G. Brauer, *Z. Elektrochemie*, 41, 1935, p. 102; R. Brill, *Z. Elektrochemie*, 41, 1935, p. 266.

présente sous forme de masses boursouflées, violet noir, creuses intérieurement, à cassure cristalline. Sa teneur en NLi_3, calculée à partir de la quantité d'ammoniac qu'elle est susceptible de fournir par hydrolyse, est de 99,2 %, le rapport Li/N étant égal à 3,01.

Nous avons étudié, en courant alternatif, la conductibilité électrique de NLi_3 pulvérisé, maintenu en atmosphère d'azote, dans une cellule et avec des électrodes de fer, métal qui, de tous les matériaux dont nous disposions, est le moins attaqué par le nitrure. Ce produit, pour lequel nous n'avons pas trouvé de dissolvant, est en effet extrêmement actif chimiquement, déjà au-dessous de sa température de fusion. Nous avons exploré plus particulièrement tantôt la zone de température comprise entre 20° et 550°, dans laquelle il n'y a pas encore d'altération notable du nitrure, tantôt celle qui avoisine le point de fusion de ce corps. Jusqu'à 360° environ, le nitrure de lithium n'est pratiquement pas conducteur. A partir de 360°, apparaît une conductibilité cristalline, d'abord très faible, mais qui augmente rapidement et qui, jusqu'à 550°, présente les caractères d'une conductibilité ionique, en ce sens qu'elle peut être représentée par une formule de Smekal [2] :

$$\chi = 0{,}0528\, e^{-\frac{6196}{T}} + 4{,}3.10^7\, e^{-\frac{21700}{T}}$$

(la courbe $\log\chi = f\,|1/T|$ se compose de deux droites se raccordant au voisinage de 440°).

Au-dessus de 550°, la conductivité continue à croître pour atteindre, au point de fusion, la valeur $\chi = 8{,}2 \pm 0{,}3$, valeur relativement élevée, et à laquelle correspondrait une conductivité équivalente égale à $95 \pm 3{,}5$, comprise entre celles de BrK et ClK fondus. Ce chiffre ne peut pas être considéré comme très précis, en raison du fait que, à partir de 550°, la substance subit une certaine altération, soit qu'elle fixe de l'azote [3], soit qu'il y ait nitruration du fer [4], soit surtout qu'il y ait attaque de ce métal par NLi_3. Il semble cependant qu'on puisse tout au moins conserver à ce résultat un sens qualitatif, car des expériences différentes concourent à montrer que NLi_3 est un électrolyte.

Nous avons réussi en effet, en utilisant la méthode déjà employée par Moers [5] dans le cas de l'hydrure de lithium (électrolyse dans le vide à température constante) à établir qu'il y a libération d'azote à l'anode, lorsque le nitrure de lithium est traversé par un courant continu. Nous avons effectué nos expériences à des températures comprises entre 480° et 550°, de façon à avoir des courants appréciables, tout en évitant le plus possible l'altération du

(2) *Z. Elektrochemie*, **34**, 1928, p. 472.

(3) R. Dutoit, *Bull. Soc. Chim.*, **43**, 1928, p. 798.

(4) L. Duparc, P. Wenger et C. Urfer, *Helv. chim. Acta*, **13**, 1930, p. 650.

(5) *Z. anorg. allg. Chem.*, **152**, 1926, p. 342.

nitrure. La cellule à électrolyse étant reliée à un tube manométrique à mercure, on observe que celui-ci, stable avant tout passage du courant, traduit au contraire, dès la fermeture du circuit, une augmentation de pression rapide qui atteignait, dans nos expériences, 55^{mm} de mercure en une minute. Cette augmentation de pression n'était cependant que les trois quarts environ de celle que l'on pouvait prévoir par application de la loi de Faraday, mais ceci s'explique probablement par une recombinaison partielle des éléments libérés. La substance utilisée, analysée après une série d'expériences, contenait encore 96,7 % NLi_3 et renfermait seulement 0,7 % Fe. Il serait difficile, dans ces conditions, d'attribuer à l'électrolyse d'impuretés l'accroissement de pression observé.

Au cours de ces expériences, les électrodes se polarisent très rapidement. A l'ouverture du circuit, la force électromotrice de polarisation est de l'ordre de 0,80 volt; elle décroît ensuite, d'abord rapidement, puis plus lentement, pour s'annuler en une dizaine de minutes.

En résumé, l'ensemble des résultats que nous avons obtenus nous paraît établir sans ambiguïté le caractère ionique du nitrure de lithium, c'est-à-dire l'existence d'ions N^{3-} dans ce composé.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le diagramme de solubilité. Eau-nitrate de calcium-nitrate d'ammonium.* Note (*) de Mlle **Josette Lamberger** et M. **René Pâris**, présentée par M. Pierre Jolibois.

Aucune publication n'avait été faite jusqu'à présent sur les équilibres de solubilité dans le système $H_2O - Ca(NO_3)_2 - NH_4NO_3$; seuls quelques travaux font état d'un sel double hydraté : NH_4NO_3, $5\,Ca(NO_3)_2$, $10\,H_2O$ (1).

Nous avons déterminé les isothermes de solubilité à 10°, 20° et 30° C. de ce système ternaire suivant les techniques classiques : agitation prolongée au thermostat jusqu'à l'obtention de l'équilibre des phases, analyse des solutions et des restes (dosage de Ca^{++}, NH_4^+, NO_3^-) et nous avons mesuré les densités des solutions saturées. Les difficultés rencontrées tiennent d'une part à la très grande solubilité des sels considérés dont les solutions visqueuses doivent être agitées de 5 à 7 jours pour que l'équilibre soit atteint et d'autre part à l'existence de domaines importants de métastabilité pour toutes les phases solides à l'exception de NH_4NO_3, circonstance qui nous a obligés à déterminer certains points doubles par interpolation.

L'ensemble des résultats que nous avons obtenus ne peut être que brièvement

(*) Séance du 26 juillet 1948.

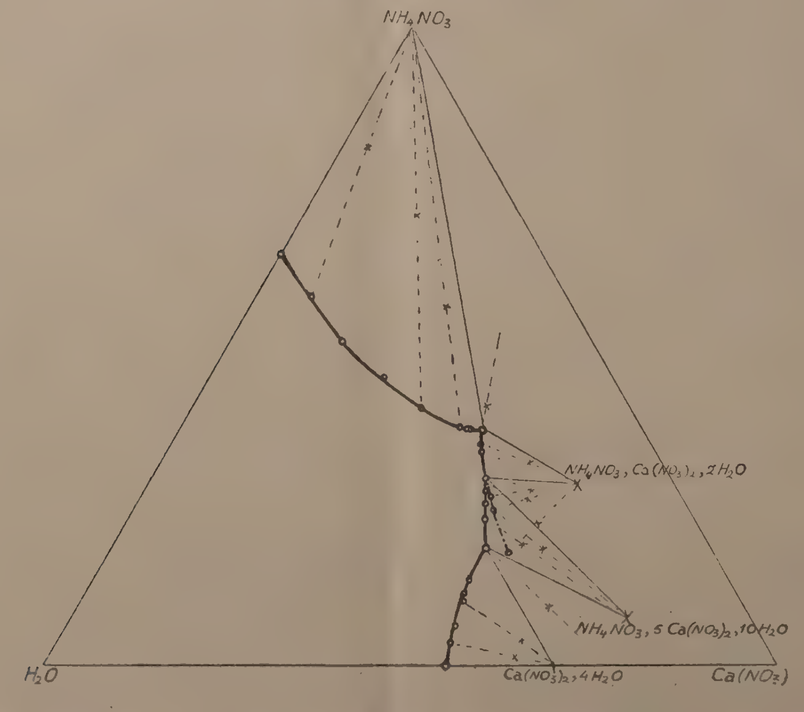
(1) *Fortschr. Land. Chem. Forsch.*, 1937, p. 225; Braudenberger, *Miner et Petrog. Scient. Nat.*, 13, 1933, p. 91; *Brevets Français*, nos 738210 et 739744; J. Gundemann, *Dissertation*, Darmstadt, 1934.

résumé ici par le tableau ci-après dans lequel nous n'avons fait figurer que les coordonnées des points doubles limitant les différentes portions des isothermes de solubilité, à l'exclusion de la partie de ces isothermes correspondant aux équilibres métastables.

Coordonnées des points doubles et points des systèmes binaires délimitant les branches stables des isothermes.

Concentration en grammes de sel p. 100g de solution.		Densité des solutions.	Concentration en grammes de sel p. 100g de solution.		Densité des solutions.	Concentration en grammes de sel p. 100g de solution.		Densité des solutions.
NH_4NO_3.	$Ca(NO_3)_2$.		NH_4NO_3.	$Ca(NO_3)_2$.		NH_4NO_3.	$Ca(NO_3)_2$	
10°.			20°.			30°.		
59,6	0	1,286	64,7	0	1,309	70,0	0	1,328
33,7	42,0	1,635	37,0	41,1	1,638	41,5	39,7	1,638
27,4	45,5	1,641	29,5	45,6	1,650	33,9	44,8	1,657
26,6	45,6	1,639	18,2	51,0	1,638	9,5	56,7	1,646
0	51,5	1,523	0	54,7	1,556	0	58,9	1,600

La figure ci-dessous reproduit le diagramme de solubilité à 20° C. en coordonnées trilinéaires et concentrations pondérales. On remarquera l'existence à



cette température de 4 branches d'isotherme correspondant respectivement aux solutions saturées en : *a*. NH_4NO_3; *b*. $Ca(NO_3)_2$, $4H_2O$; *c*. NH_4NO_3, $5Ca(NO_3)_2$ $10H_2O$ déjà signalé dans les publications (1); *d*. NH_4NO_3,

$Ca(NO_3)_2$, $2H_2O$ sel double hydraté dont l'existence n'avait jamais été indiquée si ce n'est par une allusion de Brill ([1]) à un sel de formule $Ca(NO_3)_2$, NH_4NO_3 qu'aurait obtenu J. Brode en 1932.

Ce diagramme met en outre en évidence un prolongement, figuré en pointillé, de l'isotherme de solubilité de NH_4NO_3, $Ca(NO_3)_2$, $2H_2O$ correspondant à une importante région de métastabilité pour cet hydrate. A 30° C. existent également d'importants domaines de métastabilité pour ce même hydrate ainsi que pour $Ca(NO_3)_2$, $4H_2O$. Enfin à 10° C. les domaines de métastabilité des 2 sels doubles hydratés sont beaucoup plus importants que leurs domaines de véritable stabilité.

On remarque que les régions de stabilité des deux sels doubles hydratés diminuent d'importance lorsque la température décroît et il est vraisemblable qu'en dessous de 10° C. il ne reste plus, comme phases solides stables, que NH_4NO_3 et $Ca(NO_3)_2\,4H_2O$.

GÉOLOGIE. — *Sur la nature des limons rouges superficiels du Maroc.* Note (*) de M. **Georges Choubert**, présentée par M. Paul Fallot.

Les limons rouges superficiels de la zone côtière du Maroc font partie de la vaste ceinture des *terres rouges méditerranéennes* qui va de Gibraltar à la Palestine. On considère généralement ces terres rouges commes des *terra rossa* ou argiles de dissolution (décalcification) des calcaires. Dans une Note récente, je crois avoir nettement établi l'âge grimaldien (Normannien, ancien Monastirien) des limons rouges. Je voudrais montrer aujourd'hui que : 1° les limons rouges des plaines ne sont pas des *terra rossa* et que, 2° si dans les montagnes calcaires, ils peuvent être considérés comme tels, ce sont néanmoins des formations fossiles dont le développement est actuellement arrêté.

Je rappellerai que le Maroc a été soumis au climat rubéfiant du Milazzien au Grimaldien; aussi le Quaternaire marocain comporte-t-il plusieurs formations rouges d'âge différent ([1]) :

1. *Limons rouges ou roses inférieurs des grandes plaines marocaines*, antérieurs à la croûte calcaire tyrrhénienne ([2]).

2. Grès roses de la côte, appelés *formation de Temara*, contemporains de la croûte, qui les encadre, et par conséquent tyrrhéniens (Acheuléen et Levalloisien) ([3]).

3. *Limons rouges superficiels* (hamri) postérieurs à la croûte (Micoquien et Levalloisien moustéroïde) et appartenant au cycle grimaldien ([4]). A part

(*) Séance du 13 septembre 1948.

([1]) G. Choubert et G. Bryssine, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 863.

([2]) G. Choubert, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1630.

([3]) G. Choubert et J. Marcais, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 1645

([4]) G. Choubert, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 558.

certaines régions où la teinte de ces limons est influencée par celle des roches mères, leur couleur varie avec les zones climatiques de plus en plus sèches; elle est rouge dans les zones côtières et dans les montagnes calcaires, brunâtre dans l'intérieur, claire rosée dans le Sous et le Dra, blanchâtre dans le Sud-Est (Tafilalet, Daoura).

4. Le cycle Flandrien n'a pas laissé de limons rouges proprement dits. Seul le *niveau de base des grottes*, contenant le Moustérien vrai (début du pluvial würmien, limite des cycles grimaldien et flandrien), est encore rouge. Sous le climat humide et tempéré ou froid du dernier pluvial (cycle flandrien) se forment des terres jaunes et noires, les *tirs*, et s'opère la tirsification des formations antérieures, des limons rouges en particulier.

Quand les limons superficiels recouvrent la croûte, celle-ci est intacte et conserve même sa carapace terminale. Les poches de dissolution, fréquentes dans le Pliocène marin ou le Quaternaire dunaire de la zone côtière, sont enduites de la croûte et remplies de limons. Au fond de ces poches, on rencontre même des graviers et des silex taillés. *Ces limons ne résultent donc ni de la dissolution de la croûte, ni de celle des formations sous-jacentes*. Au contraire sous les climats flandrien et actuel, la croûte s'altère donnant des terres noires rendzinoïdes (tirs de la Chaouia). Les limons rouges sont donc des formations continentales allochtones, déposées dans les conditions de climat rubéfiant d'accumulation.

L'habitude d'assimiler les limons rouges aux *terra rossa* de décalcification semble provenir du fait que, généralement, *ils ne se tirsifient pas* quand leur substratum est calcaire et perméable. Prenons comme exemple la route de Rabat à Casablanca. Sur les dunes consolidées, ou sur les zones encroûtées, le limon est rouge, même si l'affleurement calcaire ne mesure que quelques dizaines de mètres carrés. La couleur rouge disparaît dès qu'on aborde les zones imperméables à substratum paléozoïque : on passe alors aux terres noires, grises ou jaunes. La tirsification dépend généralement du facteur morphologique. Sur les pentes schisteuses, le limon peut conserver sa couleur rouge (Oued Mellah). Par contre, dans les grandes plaines à substratum calcaire, colmaté par les limons inférieurs (Chaouia, localement Doukkala), le limon rouge est tirsifié sur de vastes étendues. Le limon rouge est donc tirsifié dans les *zones qui étaient susceptibles de garder une humidité permanente suffisante lors du pluvial flandrien; il reste rouge si l'évacuation de l'excès d'eau était assurée*. D'ailleurs la tirsification en grand n'existe pas à l'intérieur, où la pluviosité flandrienne fut sans doute moindre.

Les mêmes phénomènes sont bien moins nets en montagne, où des sols rouges à rendzine sont la règle dans les zones calcaires. Cependant des sols rouges analogues et géologiquement identiques, recouvrent aussi les montagnes schisteuses ou granitiques (Massif du Maroc Central). Sans pouvoir le prouver indubitablement, je considère qu'il s'agit là de paléosols qui ont été à l'origine

des limons rouges des plaines. Partout où les conditions flandriennes l'ont permis, ces paléosols se sont transformés en sols noirs (sols forestiers par exemple).

Je crois ces conclusions applicables aux *terres rouges méditerranéennes* en général et aux terres rouges du Midi de la France en particulier. J'ai observé dernièrement dans les Alpes-Maritimes, des dispositions identiques à celles décrites ci-dessus.

Cependant d'une façon générale les phénomènes y sont moins nets, car les colorations rouges ont souvent disparu à cause d'une humidité plus abondante au cours du Flandrien. Non seulement les terres rouges n'existent plus dans les zones non calcaires, mais, même dans les montagnes calcaires, les terres noires sont aussi fréquentes que les terres rouges.

Ces dernières considérations gardent évidemment un caractères encore fragile, puisque certains pédologues insistent sur la possibilité de la formation de sol rouge à l'heure actuelle. D'autre part la tirsification n'a plus à présent la même intensité et généralité qu'au Flandrien. Peut-être faut-il penser à un retour actuel des conditions de climat rubéfiant qui remplaceraient progressivement celles du climat à terres noires du Flandrien.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les pigments de la graine d'Arachide. Mise en évidence d'une flavanone.* Note (*) de MM. **Jack Masquelier** et **Paul Blanquet**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Au cours de précédentes recherches, l'un de nous [1] a signalé que si l'on épuise des pellicules recouvrant l'amande de l'Arachide par de l'acide chlorhydrique à 1 %, on extrait deux pigments; ces derniers peuvent être aisément séparés l'un de l'autre en raison de leur solubilité différente dans le chloroforme : l'un, le chromogène, est insoluble, tandis que l'autre se dissout dans ce solvant.

L'isolement et la caractérisation de ce second pigment fait l'objet de la présente Note.

L'extrait obtenu par évaporation de la solution chloroformique nous a permis de penser que nous avions affaire à un dérivé flavonique; si l'on ajoute, en effet, quelques gouttes de lessive de soude à une solution éthérée de l'extrait, la teinte primitivement jaune pâle vire au rouge foncé et la coloration se rassemble dans la phase aqueuse. Par retour en milieu acide, cette coloration

(*) Séance du 9 août 1948.

(1) F. Tayeau et J. Masquelier, *Comptes rendus*, **227**, 1948, p. 602.

disparaît. Ce caractère a été souvent signalé comme spécifique des phénylbenzo-γ-pyrones ([2]), ([3]), ([4]), ([5]).

Voulant pousser plus loin nos investigations, nous avons cherché à purifier notre produit. Nous y sommes parvenus en le faisant passer successivement et à plusieurs reprises dans les acides minéraux dilués et dans l'éther. Finalement, nous avons pu obtenir un produit cristallisé (F 250°).

Désirant savoir en présence de quel type de dérivé flavonique nous nous trouvions, nous avons effectué un certain nombre de réactions chimiques qui nous permettent de conclure qu'il s'agit d'une *flavanone* [réaction de Wilson ([6]) négative, non-transformation en anthocyanidol par réduction ([7])].

Une deuxième confirmation nous a été fournie par l'étude du spectre ultraviolet de la substance dissoute dans l'alcool (tube de Challonge, spectrographe de Féry, avec cuve à épaisseur variable). Des spectres en échelons préliminaires nous avaient permis de déterminer l'allure de la courbe spectrophotométrique et la position approchée des maxima d'absorption (bande d'absorption nette entre 3100 et 3300 Å, alors que les composés du type quercétol montraient une bande entre 3800 et 3900 Å).

La courbe spectrophotométrique a été construite de la manière classique (interprétation du spectre au microphotomètre de Hilger). Les valeurs du log K (coefficient d'absorption) que nous avons obtenues et les localisations des minima et des maxima se sont révélées tout à fait conformes à celles qu'indique Skarzynski ([8]) pour la flavanone; notre courbe spectrophotométrique et celle de cet auteur coïncident :

Maximum............	3200 Å	Log K = 3,28
Minimum............	2800	Log K = 2,75
Maximum............	2580	Log K = 3,58

Il s'agit donc bien d'une *flavanone*.

En raison de la faible quantité de flavanone que contient le tégument de l'Arachide (20^mg pour 100^g), nous ne nous sommes pas encore attachés à l'établissement de la formule de cette substance.

Conclusion. — Parmi les pigments qui colorent le tégument de la graine d'Arachide, nous avons isolé un dérivé flavonique, qui appartient au groupe des flavanones.

([2]) E. Filhol, *Comptes rendus*, 39, 1854, p. 194.

([3]) W. D. Bancroft et J. E. Rutzler, *Journ. Am. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 2945.

([4]) M. W. Onslow, *The anthocyanin pigments of plants*, 1 vol., University Press, édit., Cambridge, 1925.

([5]) M. Wheldale, *Proc. Phil. Soc.*, Cambridge, 15, 1909, p. 137.

([6]) C. W. Wilson, *Journ. Am. Chem. Soc.*, 61, 1939, p. 2303.

([7]) R. Combes, *Comptes rendus*, 157, 1913, p. 1002.

([8]) B. Skarzynski, *Biochem. Zeitschr.*, 301, 1939, p. 150.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence d'une phytohormone de synthèse sur le développement des virus X et Y de la Pomme de terre chez le Tabac.* Note (*) de MM. **Pierre Limasset, Francis Levieil** et **Maurice Sechet**, présentée par M. Joseph Magrou.

Une observation d'origine accidentelle nous a conduits à entreprendre simultanément à la Station centrale de Pathologie végétale et à la Station privée de Trévarez, des essais systématiques relatifs à l'action de l'acide 2.4-dichlorophénoxyacétique sur la multiplication de certains virus.

1. *Essais réalisés à la Station de Trévarez* (Finistère). — Six Tabacs de la variété *White Burley*, contaminés par le virus X le 2 août 1947, et présentant des symptômes caractéristiques à partir du 11 août, ont subi le 14 août une pulvérisation avec une solution d'acide 2-méthyl-4-chlorophénoxyacétique au 1/10000. Les symptômes disparurent. Le 29 août on tenta de déceler la présence éventuelle de virus dans les tissus de ces plantes apparemment guéries en inoculant 5 Tabacs avec le jus de chacune d'entre elles. C'est seulement le 2 octobre que des symptômes commencèrent à se manifester sur certaines. Le 19 octobre six pieds, sur les trente inoculés, manifestaient des symptômes.

Le 2 octobre, 2 Tabacs (var. *White Burley*) étaient contaminés avec le virus Y (*Marmor upsilon*), puis pulvérisés avec la solution au 1/10000 de l'acide 2-méthyl 4-chlorophénoxyacétique le 3 octobre. Le diagnostic sérologique permit de déceler la présence du virus sur un seul de ces pieds.

2. *Essais réalisés à la Station centrale de Pathologie végétale.* — Les résultats obtenus à Trévarez mettaient en évidence une inhibition certaine de la multiplication du virus, peut-être même une disparition complète de celui-ci dans certains cas, mais les essais restaient purement qualitatifs. Nous avons voulu, à la Station Centrale, mettre à profit la méthode de dosage que nous avions mise au point antérieurement ([1]), en vue d'étudier quantitativement le phénomène.

Nous avons utilisé à cet effet le sel de sodium de l'acide 2.4-dichlorophénoxyacétique et nous l'avons pulvérisé à plusieurs doses sur des Tabacs (var. *White Burley* et *Samsun*). Ceux-ci étaient divisés en trois lots de deux plantes selon que la contamination par le virus X était réalisée avant, après ou au même moment que la pulvérisation. On conservait d'autre part trois catégories de témoins (traités par l'hormone mais non inoculés, inoculés mais non traités par l'hormone, enfin, ni inoculés, ni traités). Le virus était recherché par la méthode de microséroréaction déjà décrite ([1]). Un des essais est schématisé dans le Tableau ci-après où nous indiquons seulement les résultats d'une épreuve

(*) Séance du 20 septembre 1948.

([1]) P. Limasset et H. Augier de Montgremier, *Comptes rendus*, 225, 1947, p. 1176-1177.

sérologique réalisée avec le jus de la troisième feuille comptée à partir du sommet : Tabacs *White Burley*, le 21 janvier, soit trente-trois jours après l'inoculation.

Concentrations en sel de potassium de l'acide.

	Pieds. 15 pour 1000000.	Pieds. 20 pour 1000000.	Pieds témoins.	
Pulvérisation le 17 décembre,	1:++	1:++	pulvérisés	1:0
inoculation le 23	2:++	2:++	non inoculés	2:0
Pulvérisation le 23 décembre,	1:+	1:0	non pulvérisés	1:+++
inoculation le même jour	2:0	2:0	mais inoculés	2:++
Pulvérisation le 5 janvier,	1:++	1:+++	ni inoculés,	1:0
inoculation le 23 décembre	2:+++	2:++	ni pulvérisés	2:0

Ces résultats ont été confirmés par une nouvelle épreuve le 26 janvier. Sur chacun des pieds ayant présenté une réaction négative, on a détaché le lendemain une feuille dont le jus servit ensuite à inoculer trois pieds de *Datura*. Aucun de ces *Datura* n'a présenté ultérieurement les symptômes du virus X. Ceci confirmait le résultat de l'épreuve sérologique et l'on peut affirmer que trois pieds sur les quatre ayant reçu simultanément le virus et l'hormone ne contenaient pas le virus en quantité décelable à cette date. Néanmoins, au bout de plusieurs mois des symptômes apparurent sur les feuilles du sommet des Tabacs traités. On peut donc conclure que la pulvérisation d'hormone n'avait pas empêché la contamination, ni détruit le virus, mais simplement manifesté une action inhibitrice très puissante sur la multiplication de ce dernier. Des essais *in vitro* ont d'ailleurs montré que le produit était dépourvu d'action inactivante propre, ce qui confirme pleinement notre point de vue.

L'action inhibitrice de la pulvérisation d'hormone, lorsqu'elle est effectuée le même jour que l'inoculation, a été pleinement confirmée par d'autres essais effectués sur la variété *Samsun*. De plus, au cours de ces essais, on a réalisé le dosage du virus sur les pieds ayant reçu le virus et l'hormone à quelques jours d'intervalle. Ce dosage a été effectué sérologiquement, au microscope à fond noir, par la méthode de la dilution limite. La quantité de virus contenue dans les pieds pulvérisés sept jours après l'inoculation était le tiers de celle des témoins non traités sans qu'aucune différence significative ait pu être décelée en fonction de la concentration du produit (5 parties pour 1 million, 50 parties pour 1 million et 100 parties pour 1 million). La dilution limite était 1/150 avec les jus des témoins sains et 1/50 avec le jus des plantes traitées. Dans le cas où la pulvérisation précédait l'inoculation, les résultats n'ont pas été significatifs.

En résumé les résultats préliminaires obtenus mettent en évidence une inhibition certaine particulièrement puissante lorsque l'inoculation et le traitement par l'hormone sont simultanés. L'action est néanmoins temporaire. De plus,

aux doses d'hormones utilisées, les Tabacs présentaient des déformations caractéristiques. De nouveaux essais sont envisagés, en vue de préciser les données acquises.

CYTOLOGIE. — *Étude cytochimique des ferments de la membrane nucléaire.* Note (*) de MM. **Charles-Albert Baud** et **André Fulleringer**, transmise par M. Albert Policard.

Les méthodes de détection cytochimique de divers ferments ont été appliquées au parenchyme hépatique du Cobaye et du Rat. Les résultats concernant la membrane nucléaire sont rapportés ici.

Pour la mise en évidence de la phosphatase alcaline, de petits fragments de foie ont été fixés à l'alcool à 95 % glacé, inclus dans la paraffine, et les coupes traitées selon le procédé de G. Gomori ([1]), avec incubation de deux heures à pH 9,4 en utilisant le glycérophosphate de sodium comme substrat. La membrane nucléaire est nettement imprégnée, et constitue la localisation principale de la phosphatase alcaline dans la cellule.

Les pièces destinées à la détection de la phosphatase acide ont été fixées à l'acétone, à la glacière; les coupes, effectuées après inclusion dans la paraffine, ont été traitées selon la technique de A. Wolf, E. A. Kabat et W. Newman ([2]), avec incubation de vingt-quatre heures à pH 4,7, le glycérophosphate de sodium servant de substrat. L'imprégnation de la membrane nucléaire est très forte, au moins égale à celle de la substance chromatique.

Les lipases ont été recherchées sur des coupes de pièces fixées par l'acétone à la glacière, et incluses dans la paraffine; ces coupes ont été traitées selon la méthode proposée par G. Gomori ([3]), avec incubation de douze heures à pH 7,4, en utilisant le « Tween 60 » comme substrat. On note une réaction très nettement positive autour du noyau, dans une zone bien limitée du côté interne ou nucléaire et s'estompant graduellement du côté externe ou cytoplasmique; cette zone correspond à la couche périnucléaire, et peut-être aussi à la membrane nucléaire proprement dite (achromatique).

Les réactions des phosphatases et des lipases ont toujours été contrôlées en faisant subir à d'autres coupes, servant de témoins, les mêmes traitements, mais l'incubation sans substrat.

La mise en évidence des peroxydases a été réalisée par la réaction à la

---

(*) Séance du 20 septembre 1948.

([1]) *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, **42**, 1939, p. 23; *J. Cell. and Comp. Physiol.*, **17**, 1941, p. 71.

([2]) *Amer. J. Path.*, **19**, 1943, p. 423.

([3]) *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, **58**, 1945, p. 362.

benzidine, suivant les indications de L. Lison ([4]). Sur le foie non fixé, prélevé immédiatement après la mort de l'animal, les résultats sont toujours négatifs; sur le foie prélevé plusieurs heures après la mort, on obtient parfois une légère coloration du noyau, paraissant plus intense à la périphérie de celui-ci.

Pour les oxydases, la réaction au bleu d'indophénol a été effectuée, également selon les indications de L. Lison ([4]), sur des fragments de foie fixés au formol à 10 % et coupés après congélation. On observe une couche périnucléaire teintée en bleu pâle, mais il est difficile de dire si la coloration correspond à une localisation oxydasique ou à une accumulation de colorant dans les lipides de la couche périnucléaire.

Ces résultats ne permettent donc aucune affirmation concernant les oxydases et les peroxydases de la membrane nucléaire, et sont en accord complet avec ceux de M. Prenant ([5]). Mais l'existence de phosphatases acides et alcalines dans la membrane nucléaire, et de lipases dans la couche périnucléaire, semble pouvoir être affirmée; cela confirme les résultats obtenus par A. L. Dounce ([6]) dans ses recherches chimiques sur les noyaux isolés de cellules hépatiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches histochimiques sur les lipides de l'écorce cérébrale*. Note (*) de M. **Paul Valade**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Les localisations et le mode de répartition des lipides dans le tissu nerveux et en particulier au niveau de l'écorce cérébrale sont encore peu connus.

Pour la plupart des histologistes, les lipides existent dans les cellules nerveuses, soit sous forme de fines sphérules, soit à l'état diffus au sein du cytoplasma. Les présentes recherches ont été entreprises pour préciser les localisations de ces lipides.

Choix d'une méthode de détection histochimique des lipides cérébraux. — Le choix d'une méthode de détection histochimique des lipides cérébraux doit satisfaire à plusieurs conditions :

1° Mise en évidence des lipides cérébraux dont la nature diffère de celle des lipides ordinaires.

2° Tenir compte de l'extrême fragilité du tissu nerveux.

3° Respecter la morphologie tissulaire.

Nous nous sommes arrêté à la méthode II de Ciaccio ([1]).

([4]) *Histochimie animale*, Paris, 1936.
([5]) *Arch. Morphol. gén. exper.*, **21**, 1924, p. 1.
([6]) *J. biol. Chem.*, **147**, 1943, p. 685.

(*) Séance du 26 juillet 1948.
([1]) L. Lison, *Histochimie animale* (Collection des actualités biologiques, Paris, 1936).

Cette méthode est basée sur deux données essentielles :

1° Les phosphatides et les galactolipides (qui constituent la majeure partie des lipides nerveux) sont *insolubles* dans *l'acétone*.

2° L'addition d'une solution de bichromate de potassium et de sels de cadmium renforce l'insolubilité des lipides dans l'acétone tout en leur conservant leur affinité pour les colorants habituels des corps gras.

Toutefois nous avons apporté à la méthode de Ciaccio, un certain nombre de modifications dont la plus importante consiste en la *suppression de la fixation formolée*.

En dernière analyse, nous avons adopté la technique suivante :

1° Prélèvements effectués aussitôt après la mort.

2° Passages successifs d'une durée d'une heure dans les 3 bains suivants A, B, C :

A	Acétone	70 cm³
	Solution à 10 % de nitrate de cadmium	10 »
	Eau distillée	20 »
B	Acétone	80 cm³
	Solution à 10 % de nitrate de cadmium	10 »
	Eau distillée	10 »
C	Acétone	90 cm³
	Solution à 10 % de nitrate de cadmium	10 »

3° Passages successifs d'une durée totale de 48 heures dans 3 bains d'acétone additionné de 2 % d'une solution saturée de nitrate de cadmium dans l'alcool absolu.

4° Passages successifs d'une demi-heure dans les 4 solutions hydro-acétoniques décroissantes : A', B', C', D'.

A'	Acétone	80 cm³
	Solution à 10 % de nitrate de cadmium	10 »
	Eau distillée	10 »
B'	Acétone	70 cm³
	Solution à 10 % de nitrate de cadmium	8 »
	Eau distillée	22 »
C'	Acétone	60 »
	Solution à 10 % de nitrate de cadmium	5 »
	Eau distillée	35 »
D'	Acétone	50 »
	Solution à 10 % de nitrate de cadmium	1 »
	Eau distillée	49 »

5° passage 2 heures dans un bain constitué d'acétone et d'une solution de bichromate de potassium à 10 % à parties égales ;

6° les pièces séjournent 2 à 3 jours dans ce dernier mélange, que l'on dilue progressivement avec une solution de bichromate de potassium à 5 % ;

7° lavage à l'eau courante pendant 12 à 24 heures ;

8° couper, soit à congélation, soit après inclusion dans la paraffine.

Dans ce dernier cas, les pièces sont traitées par une série de solutions acétoniques de concentrations croissantes, puis : par de l'acétone pure ; par de l'acétone additionnée à parties égales d'éther de pétrole ; par de l'éther de

pétrole; par un mélange éther de pétrole et paraffine à 37° et enfin passage dans la paraffine.

9° Coloration des coupes :

a. par le Soudan III ou le noir Soudane B pendant 2 à 3 heures;

b. après différenciation par l'alcool à 50° : coloration à l'hémalun.

Les résultats : Localisations des lipides dans le cortex cérébral. — Les coupes effectuées dans la région frontale (gyrus sigmoïde) de l'encéphale du Chien montrent qu'il existe trois sortes de localisations des substances lipidiques :

1° des dépôts sous-méningés;

2° des dépôts péri-vasculaires;

3° des dépôts intra-cellulaires.

Les dépôts lipidiques sous-méningés sont les plus abondants, ils apparaissent sous forme de gouttelettes bien colorées en orange par le Soudan III et situées immédiatement sous les lamelles conjonctives de la pie mère.

Les dépôts péri-vasculaires s'observent au pourtour des capillaires, même les plus fins.

Les dépôts intra-cellulaires sont particulièrement apparents dans les grosses cellules pyramidales de la cinquième couche. Ces dépôts sont bien délimités, leur position ne paraît pas obéir à des règles fixes.

La substance gliale interstitielle a l'aspect d'une trame grenue. Dans la substance blanche, la *myéline* apparaît sous forme de petites plaquettes colorées en orange pâle ou en gris bleuâtre.

En résumé, la méthode que nous proposons, appliquée au cortex cérébral, présente les *avantages* suivants :

1° Elle permet de mettre en évidence avec une grande *netteté* les localisations lipidiques du tissu nerveux;

2° En dépit de certaines critiques, il semble bien que la méthode de Ciaccio soit apte à déceler les lipides *masqués* des complexes lipido-protéidiques du tissu nerveux encéphalique;

3° Elle donne également une *bonne image d'ensemble* du tissu nerveux.

Ces avantages confèrent à la méthode que nous avons mise au point un intérêt dont on peut tirer profit dans les recherches d'histopathologie nerveuse.

La séance est levée à 15h 45m.

L. B.